

*6. Ausschreibung der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen*

**Prevent-Building – eine Methodik und ein Werkzeug zur Beurteilung der Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zumutbarkeit von Objektschutzmassnahmen an Gebäuden gegen gravitative und meteorologische Naturgefahren**

Bericht Phase 1 mit Anpassungen aus Phase 2

Arbeitsgemeinschaft Prevent-Building:  
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF  
Egli Engineering AG  
GEOTEST AG  
B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung

Version 12.05.2014

basiert auf Version 06.11.2012 (vom Stiftungsrat genehmigt)



**GEOTEST** GEOLOGEN  
INGENIEURE  
GEOPHYSIKER  
UMWELTFACHLEUTE



Egli Engineering





## Vorwort

### **Elementarschadenschutz an Gebäuden - wirksam und wirtschaftlich!**

Gebäude können mit baulichen und organisatorischen Massnahmen wirksam gegen die Einwirkung von gravitativen und meteorologischen Naturereignissen geschützt werden. Angesichts steigender Elementarschäden verstärken die Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) ihre Präventionsanstrengungen mit dem Ziel, den Schutz von gefährdeter Bausubstanz nachhaltig zu verbessern. Voraussehbare und mit zumutbarem Aufwand abwendbare Schäden sollen vermieden und ganz allgemein die Schadenintensität dämpfend beeinflusst werden. Dies ist unverzichtbar angesichts der unter Obligatorium und Monopol/Annahmезwang von den Versicherten und den öffentlich-rechtlichen Versicherungen eingeforderten Solidarität. Je nach Ausgestaltung ihrer Rechtsgrundlagen treiben die KGV den Schutz gefährdeter Objekte über Empfehlungen, versicherungstechnische Auflagen oder Verfügungen voran. Die Entwicklung zeigt in Richtung einer Verstärkung der Rechtsstellung der öffentlich-rechtlichen Versicherungen im Objektschutz an Gebäuden gegen gravitative und meteorologische Naturgefahren.

Mit steigendem Einfluss der KGV auf den Objektschutz steigt deren Verantwortung für die umfassende Abwägung und Wertung entsprechender Massnahmen im Sinne des öffentlich-rechtlichen Grundprinzips der Verhältnismässigkeit. Nicht nur die Wirksamkeit der Massnahmen ist zu beurteilen. Zusätzlich muss die Frage nach dem Nutzen-/Kosten-Verhältnis empfohlener oder verlangter Schutzmassnahmen in jedem Einzelfall schlüssig beantwortet werden. Während die technischen Aspekte des Elementarschadenschutzes an Gebäuden weitgehend bekannt und dokumentiert sind, fehlten bislang umfassende, wissenschaftlich fundierte Methoden zur Bestimmung des Nutzen-/Kostenverhältnisses baulicher Elementarschaden-Prävention.

Im Rahmen der 6. Ausschreibung suchte die Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen nach einer Methodik, welche die rechnerische Bestimmung der Effizienz von Gebäudeschutzmassnahmen gegen gravitative und meteorologische Naturgefahren ermöglicht. Besonders interessierten neue Erkenntnisse zur Identifikation von Massnahmen, die unter gegebenen Gefährdungsgrundlagen und baulichen Schwachstellen bei geringstem Aufwand die grössten Kosteneinsparungen über die Lebensdauer eines Bauwerks erbringen.

Der vorliegende Bericht legt mit „Prevent-Building“ eine Methodik und einen Ansatz für die Entwicklung eines IT-gestützten, praxistauglichen Werkzeugs zur nachvollziehbaren Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen an gefährdeten Gebäuden gegen gravitative und meteorologische Naturgefahren vor. Mit diesen Grundlagen werden primär die Fachleute der KGV in die Lage versetzt, die Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit empfohlener oder verlangter Gebäudeschutzmassnahmen im Einzelfall auf objektiver Grundlage zu beurteilen und gegenüber Eigentümerschaften und notfalls vor Gericht zu belegen. Massnahmenentscheide werden objektiviert, Anreize für freiwillige Schutzhandlungen gesetzt und die rechtliche Durchsetzbarkeit von Massnahmen-Verfügungen oder -auflagen unter Wahrung des Verhältnismässigkeitsprinzips erheblich verbessert.

Das Projektteam unter Führung von Dr. Michael Bründl, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, hat in Zusammenarbeit mit dem stiftungsseitigen Begleitausschuss in kurzer Zeit eine ausgezeichnete Grundlage für die Weiterentwicklung der Methodik zu einem Praxiswerkzeug für die KGV geschaffen. Dieses Praxiswerkzeug wurde im Frühjahr 2014 fertig gestellt. Allen Beteiligten danke ich herzlich für die zielgerichtete, erfolgreiche Arbeit.

Trin, im Mai 2014

Dr. Markus Fischer  
Leiter Begleitausschuss

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Anlass	1
1.2	Ziel des Projekts	1
1.3	Zielpublikum	1
1.4	Prozesse und Objekte	2
1.5	Abgrenzung Objektschutz – Arealschutz - Flächenschutz	2
1.6	Definition wichtiger Begriffe	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen und bestehende Praxis</b>	<b>5</b>
2.1	Grundsätzliche Überlegungen	5
2.2	Rechtliche Grundlagen und Bestimmungen	6
2.2.1	Rechtliche Grundlagen	6
2.2.2	Beispiele gesetzlicher Grundlagen	8
2.3	Bestehende Praxis bei ausgewählten KGV	9
2.4	Vorhandene Instrumente und Tools	10
2.4.1	Wegleitungen	10
2.4.2	Normen	10
2.4.3	Hagelregister	11
2.4.4	Leitfaden Risikokonzept	11
2.4.5	Software-Tools Flächenschutz	11
2.4.6	Software-Tools Objektschutz	12
2.5	Konsequenzen für die Entwicklung der Methodik	13
<b>3</b>	<b>Beurteilung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit</b>	<b>13</b>
3.1	Konzept	13
3.2	Vorabklärungen	14
3.3	Systemabgrenzung	15
3.4	Gefahrenbeurteilung	15
3.4.1	Hochwasser	16
3.4.2	Sturz	16
3.4.3	Lawine	17
3.4.4	Hangmure	18
3.4.5	Rutschung	18
3.4.6	Sturm	20
3.4.7	Hagel	22
3.5	Beurteilung Gebäude (Expositionsanalyse) und Schadenbestimmung im Ausgangszustand	23
3.5.1	Hochwasser/Oberflächenwasser	23

---

3.5.2	Sturz, Lawine, Hangmure, Murgang, Rutschung	24
3.5.3	Sturm	26
3.5.4	Hagel	27
3.5.5	Beurteilung zusätzlich gefährdete Werte durch Vermeidung von KGV nicht versicherten Schäden	28
<b>3.6</b>	<b>Risikoberechnung im Ausgangszustand (ohne OSM)</b>	<b>29</b>
<b>3.7</b>	<b>Massnahmen</b>	<b>31</b>
3.7.1	Allgemeine Bemerkungen	31
3.7.2	Hochwasser/Oberflächenwasser	33
3.7.3	Sturz	34
3.7.4	Lawine	35
3.7.5	Murgang	36
3.7.6	Rutschung	37
3.7.7	Sturm	38
3.7.8	Hagel	39
3.7.9	Bestimmung der Kosten	40
<b>3.8</b>	<b>Schaden- und Risikobestimmung <i>mit</i> Massnahmen</b>	<b>42</b>
3.8.1	Grundsätzliche Bemerkungen	42
3.8.2	Berechnung des Schadens mit Massnahme	43
3.8.3	Berechnung des Risikos mit Massnahme	44
3.8.4	Einbezug des Zusatznutzens	44
<b>3.9</b>	<b>Wirtschaftlichkeit der Massnahmen</b>	<b>44</b>
<b>3.10</b>	<b>Beurteilung Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Objektschutz gravitative Naturgefahren: Beispiel Hochwasser</b>	<b>47</b>
4.1.1	Einleitung	47
4.1.2	Systembeschreibung	47
4.1.3	Gefahrenbeurteilung	47
4.1.4	Beurteilung Gebäude hinsichtlich Gefährdung	49
4.1.5	Schaden und Risiko im Ausgangszustand	50
4.1.6	Identifizierung Massnahme und Bestimmung der Kosten	51
4.1.7	Schaden und Risiko nach Massnahme	51
4.1.8	Wirtschaftlichkeit der Massnahme	52
4.1.9	Abschliessende Beurteilung	53
<b>4.2</b>	<b>Objektschutz meteorologische Naturgefahren: Beispiel Hagel</b>	<b>53</b>
4.2.1	Einleitung	53
4.2.2	Systembeschreibung	53
4.2.3	Gefahrenbeurteilung	54
4.2.4	Beurteilung Gebäude hinsichtlich Gefährdung	54

---

4.2.5	Schaden und Risiko im Ausgangszustand	54
<b>4.3</b>	<b>Identifizierung Massnahme und Bestimmung der Kosten</b>	<b>55</b>
<b>4.4</b>	<b>Schaden und Risiko nach Massnahme</b>	<b>55</b>
<b>4.5</b>	<b>Wirtschaftlichkeit der Massnahme</b>	<b>55</b>
<b>4.6</b>	<b>Abschliessende Beurteilung</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>Vorschläge für die Umsetzung (Stand Oktober 2012)</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>Pflichtenheft für die IT-Programmierung</b>	<b>57</b>
<b>5.2</b>	<b>Software</b>	<b>57</b>
<b>5.3</b>	<b>Übersetzung der Methodik</b>	<b>57</b>
<b>5.4</b>	<b>Umsetzungsbericht</b>	<b>57</b>
<b>5.5</b>	<b>Information der Kantonalen Gebäudeversicherungen</b>	<b>58</b>

**Anhang A – Tabelle Umfrage FTE**

**Anhang B – Zusammenfassung Antworten Telefonumfrage KGV**



# 1 Einleitung

## 1.1 Anlass

Die kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) sind angesichts steigender Elementarschäden und ihrer rechtlichen Stellung als Monopolversicherer mit Annahmewang gefordert, das Risiko über Präventionsmassnahmen zu steuern. Objektschutzmassnahmen (OSM) können einen wichtigen Beitrag leisten und Beispiele aus der Praxis und der Literatur zeigen, dass Objektschutz eine sehr effiziente Massnahme sein kann. Welche Aufwendungen für OSM wirtschaftlich gerechtfertigt (Nutzen > Kosten) und für einen Eigentümer zumutbar sind, wurde bis anhin nicht systematisch analysiert. Der Umgang mit Objektschutzmassnahmen ist bei den verschiedenen KGV zudem sehr unterschiedlich. Methoden und Werkzeuge zur Beurteilung der wirtschaftlichen Effizienz von OSM fehlen weitgehend.

## 1.2 Ziel des Projekts

*Das Ziel dieses Projektes ist die Erarbeitung einer Methodik zur Beurteilung der Wirksamkeit, der Wirtschaftlichkeit und der Zumutbarkeit von OSM.* Auf Grundlage bestehender Ansätze bei verschiedenen KGV, dem allgemeinen Risikokzept und vorhandenen Berechnungsmethoden für den Flächenschutz (EconoMe, [www.econome.admin.ch](http://www.econome.admin.ch)) wird ein Vorgehen vorgeschlagen, welches die Entwicklung eines entsprechenden Software-Tools ermöglicht. Die zu entwickelnde Methodik soll zudem Entscheidungshilfen bieten, wann Flächenschutz dem Objektschutz vorgezogen werden soll. Die Methodik soll den Präventionsverantwortlichen der KGV im Sinne der Wahrung der Rechtssicherheit eine Entscheidungsunterstützung bieten, in welchen Fällen OSM dem Eigentümer eines Gebäudes zugemutet und damit durchgesetzt werden können. Die Methodik soll Anwendung finden bei eingetretenen Schäden, massgeblichen Umbauten aber auch bei Neubauten, wenn ein Gebäudeschutz technisch und objektbezogen möglich ist und angesichts des Gebäudewerts sinnvoll erscheint.

## 1.3 Zielpublikum

Das Tool richtet sich primär an Fachpersonen in den KGV, d.h. in der Regel an die Präventionsverantwortlichen, aber auch an die professionellen Baubehörden und die Naturgefahrenberater. Das Vorgehen muss so konzipiert sein, dass es auch von Personen mit weniger Fachwissen nachvollzogen werden kann (z.B. Hauseigentümer, Mitglieder von Gemeindebehörden).

## 1.4 Prozesse und Objekte

In dieser Methodik werden die Prozesse Hochwasser, Lawine, Sturz, Murgang, Rutschung Sturm und Hagel behandelt. Die Prozesse Schneedruck und Schneekriechen werden nicht behandelt.

Das Ziel der Methodik ist es primär, Massnahmen zum Schutz von Gebäuden zu beurteilen. Als Objekte werden im Kontext dieses Berichts daher solche Gebäude verstanden, die durch kantonale Gebäudeversicherungen gegen Elementarschäden versichert sind. Objektschutzmassnahmen werden auch für andere Objekte, wie z.B. Strommasten erstellt. Die Beurteilung von OSM für solche Infrastrukturen wird durch die vorliegende Methode nicht abgedeckt.

Die Methodik erlaubt die Beurteilung von OSM bei Neubauten und bestehenden Bauten.

## 1.5 Abgrenzung Objektschutz – Arealschutz - Flächenschutz

Bauliche und temporäre Massnahmen zur Elementarschadenprävention bei Gebäuden lassen sich in drei Gruppen unterteilen (Fischer, 2011):

**Massnahmen im Flächenschutz:** Die Massnahme erfolgt räumlich getrennt von gefährdeten Objekten. Sie schützt einen Raum und damit zumeist mehrere gefährdete Objekte. Beispiele sind Ablenk- und Brems- bzw. Auffangverbauungen bei Lawinen, Murgang oder Stein-/Blockschlag oder Hochwasserdämme. Zuständig ist meist primär die öffentliche Hand, wobei es private Nutzniesser gibt.

**Massnahmen im Arealschutz:** In Gefahrengebieten oder Gefahrenzonen durchgeführte OSM an mehreren, gegenseitig in Beziehung stehenden Gebäuden. Möglich sind auch Flächenmassnahmen für mehrere Objekte im Rahmen von grösseren Bauvorhaben oder Quartierplanungen. Zuständig sind meist mehrere Eigentümer der betroffenen Gebäude bzw. die Gemeinde.

**Objektschutzmassnahmen:** An das Gebäude bzw. Objekt gebundene, bauliche oder technische Schutzmassnahme, z.B. verstärkte Rückwand zur Aufnahme von Lawinenkräften, Höherlegung von Lichtschächten gegen Überschwemmung. Zuständig ist der Eigentümer, welcher gemäss allgemeiner Rechtsauffassung die Kosten zumutbarer OSM zu tragen hat. Inwieweit unter Beachtung öffentlich-rechtlicher Schranken (Legalitäts-, Gleichbehandlungs- und Verhältnismässigkeitsprinzip) in Einzelfällen Beiträge an OSM-Kosten geleistet werden können, ist durch die einzelnen KGV anhand ihrer spezifischen Rechtsgrundlagen und -praxis zu entscheiden. Das vorliegende Projekt liefert als Entscheidungsgrundlage konsistente Aussagen zur Wirtschaftlichkeit vorgesehener OSM.

Der Entscheid Objektschutz versus Arealschutz/Flächenschutz ist politischer Natur, welcher mit Unterstützung der kantonalen Behörden gefällt werden muss. Entscheidet sich die Gemeinde für Objektschutz, so muss weiter entschieden werden, wer die Kosten zu tragen hat. Bei Neueinzonungen werden die Objektschutzmassnahmen in der Regel im Bau- und Zonenreglement vorgeschrieben und die Kosten damit dem Hauseigentümer auferlegt. Schwieriger wird es bei bebauten oder teilweise bebauten Gebieten. In welchem Rahmen sich die öffentliche Hand zu beteiligen hat und wann und wie Objektschutzmassnahmen bei bestehenden Bauten verfügt werden, hängt von den jeweils geltenden kantonalen und kommunalen Rechtsgrundlagen ab.

## 1.6 Definition wichtiger Begriffe

Die Definition der folgenden Begriffe lehnt sich an das PLANAT Glossar, welches den Leitfa- den Risikokonzept RIKO (Bründl, 2009) und dem Berechnungsinstrument EconoMe (BAFU, 2012) zu Grunde liegt. Einige Begriffe sind den Wegleitungen Objektschutz für gravitative und meteorologische Naturgefahren entnommen (Egli, 2005; 2007).

**Ausschlusskriterien:** Kriterien, die einen Einsatz von Objektschutzmassnahmen aus definierten Gründen ausschliessen. Beispiele sind Benutzbarkeit, Ästhetik oder Denkmalschutz.

**Bemessungsereignis:** Ereignisgrösse, die bei der Projektierung und Planung von Schutzmassnahmen zu Grunde gelegt wird. Bemessungsereignis und Massnahmenziel stehen in einem Zusammenhang.

**Eintretenswahrscheinlichkeit:** Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis bestimmter Grösse innerhalb einer definierten Zeitspanne (i.d.R. ein Jahr) genau einmal stattfindet. Die Eintretenswahrscheinlichkeit und die Wiederkehrperiode  $T$  lassen sich numerisch verbinden, wenn von einer einheitlichen Nutzungsperiode ausgegangen wird.

**Gefahrenkarte:** Basierend auf der Gefahrenanalyse streng nach objektiven wissenschaftlichen Kriterien und den BAFU-Empfehlungen detailliert zu erstellende Karte (Massstab von 1:10'000). Innerhalb des klar abzugrenzenden Untersuchungsperimeters werden für sämtliche Stellen im Gelände Aussagen gemacht über:

- Gefährdung bzw. Nicht-Gefährdung der Stelle im Gelände.
- Kategorie (Art) der gefährlichen Prozesse.
- Erwartete Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit (Häufigkeit, Wiederkehrperiode) der betreffenden Prozesse.

**Häufigkeit:** Wahrscheinlichkeit eines gewählten Szenarios mit einer oberen und einer unteren Grenze. Die Häufigkeit eines Szenarios 30-100 Jahre kann mit  $p = 0.033 - 0.01 = 0.023$  angenähert werden.

**Intensitätskarte:** Die Intensitätskarte zeigt die Umhüllende aller möglichen Ereignisabläufe mit einer bestimmten Wiederkehrdauer  $T$  und enthält die Intensitätsstufen gemäss Empfehlungen BAFU.

**Jährlichkeit:** Wahrscheinlichkeit  $p$  in der ein Ereignis bestimmter Wiederkehrdauer  $T$  statistisch im Durchschnitt einmal erreicht oder überschritten wird,  $p = 1/T$ .

**Massnahmen, permanent:** Die Massnahmen am Objekt wirken permanent. Es sind vom Menschen während des Ereignisses keine Eingriffe zur Gewährleistung des Schutzes notwendig (Egli, 2005).

**Massnahmen, temporär:** Es sind Massnahmen vorbereitet, welche zur Erreichung ihrer Funktionstüchtigkeit eines organisatorischen Aufwandes bedürfen. Der Einsatz solcher Massnahmen bedarf einer Vorwarnung (Egli, 2005).

**Massnahmen, teilmobil/mobil:** Bei teilmobilen Massnahmen ist ein Teil fest vormontiert (z.B. Pfeiler Dammbalken) und zusätzliche Teile müssen im Ereignisfall eingesetzt werden (z.B. Dammbalken). Bei mobilen Massnahmen existieren keine Vorrichtungen, sie müssen im Ereignisfall vollständig errichtet werden (z.B. Beaverschläuche). Teilmobile und mobile Massnahmen zählen zu den temporären Massnahmen.

**Massnahmen, automatisch:** Die Massnahmen sind baulich vorbereitet und werden durch ein Signal (z.B. Überschreiten eines Grenzwertes an einem Sensor) vollautomatisch in Betrieb genommen (z.B. Hochfahren von Sonnenstoren bei bestimmten Windgeschwindigkeiten).

**Massnahmenziel:** Schutzgrad, der mit einer Massnahme erreicht werden soll. Üblicherweise sollen mit einer Massnahme die Folgen des Bemessungsereignisses verhindert werden.

**Nutzen-Kosten-Verhältnis:** Verhältnis zwischen Massnahmenkosten und dem erreichten Nutzen resp. der erreichten Risikoreduktion.

**Objektschutzmassnahme (OSM):** Bauliche oder temporäre Massnahme zum Schutz eines Objektes (Gebäude oder Anlage).

**Restrisiko:** Nach der Realisierung aller notwendigen Sicherheitsmassnahmen (bezüglich eines gewählten Szenarios) noch verbleibendes Risiko. Dieses setzt sich zusammen aus

- bewusst akzeptierten Risiken und
- falsch beurteilten oder nicht erkannten Risiken.

**Risiko:** Grösse und Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens ausgedrückt als Produkt von Häufigkeit eines Szenarios und des Schadensausmasses.

**Schadenausmass:** Ausmass eines Schadens im Ereignisfall. Dieses sagt etwas über die Grösse eines Schadens beim Eintreten eines gewählten Szenarios aus.

**Schadenintensität:** Schadensumme im Verhältnis zum versicherten Kapital, ausgedrückt in Rappen je tausend Franken oder in Promille.

**Schadenpotenzial:** Grösse des maximal möglichen Schadens im Untersuchungsgebiet, der durch ein Naturereignis ausgelöst werden kann. Entspricht dem Gesamtwert von exponierten Personen und Sachwerten (Totalschaden).

**Szenario:** Hypothetische Ereignisabläufe eines Gefahrenprozesses. Das Szenario ist in der Risikoanalyse die Untersuchungseinheit der Gefahrenseite. Dazu wird für eine bestimmte Wiederkehrdauer die Intensität und der Wirkungsraum des Gefahrenprozesses abgeschätzt. Für die verschiedenen Jährlichkeiten werden unterschiedliche Szenarien gebildet.

**Unterhaltskosten:** Jährliche Kosten, die dem Betreiber/Eigentümer einer Schutzmassnahme durch den Unterhalt laufend und durch die Reparaturen periodisch entstehen.

**Wiederkehrdauer, Wiederkehrperiode:** Zeitspanne  $T$  in Jahren, in der ein Ereignis eine bestimmte Grösse (z.B. Anrisshöhe, Kubatur, Niederschlagsmenge) statistisch im Durchschnitt einmal erreicht oder überschreitet. s. Jährlichkeit.

**Wirksamkeit:** Gebrauchs- und Schutztauglichkeit einer Massnahme gegenüber der Einwirkung eines Naturprozesses (z.B. Lawine einer bestimmten Kubatur wird durch einen Schutzdamm aufgefangen). Es wird in diesem Leitfaden davon ausgegangen, dass während der gesamten Lebensdauer einer Schutzmassnahme die volle Wirksamkeit erhalten bleibt. Dies kann nur erreicht werden, wenn die Massnahme regelmässig unterhalten wird.

## 2 Grundlagen und bestehende Praxis

In diesem Kapitel werden einige Grundlagen dargestellt, die einerseits Voraussetzung für die Entwicklung der vorliegenden Methodik sind, andererseits aber direkt Eingang gefunden haben.

### 2.1 Grundsätzliche Überlegungen

Gebäudeversicherungen bilden Solidargemeinschaften, innerhalb derer die Hauseigentümer gegen die wirtschaftlichen Folgen von Schäden durch Feuer und Elementarschaden geschützt werden. Wesentlich für das Funktionieren dieser Solidargemeinschaften ist, dass sie nicht durch überproportionale Inanspruchnahme von Leistungen durch einzelne Versicherungsnehmer überbelastet werden. Eine zentrale Voraussetzung für das Funktionieren einer Solidargemeinschaft ist eine angemessene Risikonivellierung, wie sie die mit der Prävention voraussehbarer Elementarschäden erzeugt werden kann.

OSM bzw. die geeignete Dimensionierung von Gebäudeteilen auf die zu erwartenden Einwirkungen stellen daher geeignete Massnahmen dar, um die Solidargemeinschaft der Gebäudeversicherungen nicht unverhältnismässig zu belasten und damit die Versicherungsprämien auf Dauer auf einem tiefen Niveau zu halten.

Im Verfahren der Baugesuchsprüfung kann der Objektschutz auf der Basis der Vorgaben im Bau- und Zonenreglement oder im Gebäudeversicherungsrecht je nach Rechtslage empfohlen oder verfügt werden. Problematisch bleibt der rechtliche Rahmen bei bestehenden Bauten ohne Bauvorhaben. Die Bauherren haben eine rechtsgültige Baubewilligung und das Gebäude basierend auf den damaligen Gesetzen gebaut (Rechtssicherheit). Die Gemeinde kann in Ausnahmefällen von akuter und hoher Gefährdung zum Schutze von Leib und Leben Massnahmen durchsetzen. Die Versicherungen können, je nach rechtlichen Gegebenheiten und unter bestimmten Voraussetzungen, z.B. bei wiederholten Schadenfällen, verhältnismässige Massnahmen verfügen (Objektschutz, Teilausschluss, Leistungskürzung, u. dgl.).

Für die Beurteilung, ob sich Präventionsmassnahmen, wie in diesem Fall OSM wirtschaftlich lohnen, haben sich im Bereich der Naturgefahrenprävention Nutzen-Kosten-Analysen (NKA) als sinnvoll und geeignet herausgestellt (z.B. Wilhelm, 1997; Wilhelm, 1999; Bründl, 2009). Die Grundlage für eine Nutzen-Kosten-Analyse ist eine Risikoanalyse im Ausgangszustand und eine Risikoanalyse unter Einbezug von Schutzmassnahmen, woraus sich die Wirkung der Massnahme, also der Nutzen abschätzen bzw. bestimmen lässt. Dieser Nutzen kann dann, – gleiche Einheiten vorausgesetzt – den Kosten der Massnahme gegenübergestellt werden, woraus sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) bestimmen lässt. Ist das NKV grösser als eins, dann darf die Massnahme vor dem Hintergrund der getroffenen Annahmen für die Risikoanalyse und der Kostenbestimmung als wirtschaftlich betrachtet werden. Die Wirtschaftlichkeit stellt daher neben verschiedenen anderen Faktoren, die in eine Beurteilung von OSM einbezogen werden müssen, eine zentrale Grösse dar.

## 2.2 Rechtliche Grundlagen und Bestimmungen

### 2.2.1 Rechtliche Grundlagen

Bei der Verfügung von OSM stehen sich die verfassungsmässige Eigentumsgarantie des Gebäudeeigentümers und der Anspruch der Gebäudeversicherung auf Schutz der Zwangsrisikogemeinschaft vor unverhältnismässigen Risiken gegenüber. Die kantonalen Gebäudeversicherungen als Institutionen des öffentlichen Rechts sind an dessen verfassungsmässige Kernprinzipien, insbesondere an das Legalitätsprinzip (keine Massnahme ohne rechtliche Grundlage), das Verhältnismässigkeitsprinzip und an das Erfordernis der Gleichbehandlung aller Rechtsunterworfenen gebunden.

#### **Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit**

Bei der Verfügung von OSM sind die Grundsätze der Rechtsgleichheit (Art. 8 Abs. 1 Bundesverfassung (BV)) und der Rechtssicherheit (Art. 5 Abs. 3 BV) zu beachten. Dies ergibt sich aus dem öffentlich-rechtlichen Charakter der kantonalen Gebäudeversicherungen.

Rechtsgleichheit bedeutet, dass Gleiches gleich, und Ungleiches ungleich behandelt werden soll. Dies gilt für die Rechtssetzung wie auch für die Rechtsanwendung. Für die Verfügung von OSM ist gerade der Punkt der Rechtsanwendung besonders wichtig. Das heisst, dass jeder Einzelfall geprüft werden muss, diese Prüfung aber nach einheitlichen, objektiven Kriterien zu geschehen hat.

Rechtssicherheit (Handeln nach Treu und Glauben) bedeutet, dass sich ein Individuum auf die geltenden Normen verlassen kann. Gemäss Quinto (2012, S. 26f.) haben kantonale Gebäudeversicherungen ihr Handeln nach Treu und Glauben auszurichten. Aus diesem Umstand und der Monopolstellung der kantonalen Gebäudeversicherungen ergeben sich umfangreiche Informationspflichten. Dies ist für geplante Gebäude grundsätzlich erfüllbar. Für bestehende Gebäude kann diese Informationspflicht allerdings nicht mehr geleistet werden. Eine Verfügung von OSM stösst in diesen Fällen an verfassungsmässige Grenzen.

#### **Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit**

In Art. 5 Abs. 2 BV ist festgehalten, dass staatliches Handeln im öffentlichen Interesse liegen und verhältnismässig sein muss. Dabei ist z.B. eine bestimmte Massnahme auf Eignung, Erforderlichkeit und Zumutbarkeit zu prüfen. Mit dem Kriterium der Zumutbarkeit wird die Zweck-Mittel-Relation (= Verhältnis zwischen Eingriffszweck und Eingriffswirkung) geprüft (Kiener et al., 2002).

Objektive Kriterien sind eine wichtige Voraussetzung für die Beurteilung der Zumutbarkeit. U.a. wird das Beurteilungsverfahren für die involvierten Parteien nachvollziehbar. Wie später noch ausgeführt wird, sind die Prinzipien der Verhältnismässigkeit und der Zumutbarkeit auch in kantonalen Gebäudeversicherungsgesetzen verankert. Im Kanton Graubünden beispielsweise führt das Gesetz über die Gebäudeversicherung in Art. 15 (Massnahmen bei besonderer Gefährdung) aus, dass die Gebäudeversicherung bei Neu- und Erweiterungsbauten, bei umfassenden Umbauten sowie bei beträchtlichen Schäden verlangen kann, dass die betreffenden Gebäude mit geeigneten und zumutbaren Massnahmen vor wahrscheinlichen Elementarschadengefahren geschützt werden.

Die Wirtschaftlichkeit ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung, ob eine OSM der Eigentümerin/dem Eigentümer eines Objekts zugemutet werden kann (Quinto, 2012). Kann die Wirt-

schaftlichkeit einer OSM anhand eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses über eins nachvollziehbar aufgezeigt werden, ist somit ein wichtiges Kriterium für die Zumutbarkeit erfüllt.

Ob eine OSM für den Eigentümer zumutbar ist, muss von der jeweiligen Gebäudeversicherung im Einzelfall entschieden werden. Die hier vorgeschlagene Methodik bzw. das damit berechnete Nutzen-Kosten-Verhältnis dient als Entscheidungsgrundlage; sie nimmt den konkreten Entscheidung der Gebäudeversicherungen aber nicht vorweg, sondern liefert Kriterien zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer OSM. Grundsätzlich werden weitere Kriterien zur Beurteilung der Zumutbarkeit einbezogen werden müssen:

- Gemäss Quinto (2012) sollte die Tragbarkeit (=finanzielle Leistungsfähigkeit der Betroffenen) in den Entscheid einbezogen werden. Dieses Kriterium zur Beurteilung der Zumutbarkeit ist nicht Gegenstand dieser Methodik bzw. wird bei der Bestimmung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses nicht berücksichtigt.<sup>1</sup>
- Die subjektive Nutzbarkeit: Dabei muss die Frage beantwortet werden, ob die Nutzung eines Gebäudes oder die nähere Umgebung durch die Objektschutzmassnahme stark eingeschränkt wird. Beispielsweise kann einer Hauseigentümerin/einem Hauseigentümer kaum zugemutet werden, dass eine hohe Schutzmauer erstellt wird, die direkt vor einem Fenster des Hauses zu stehen kommt und die Sicht, aber auch den Einfall des Tageslichts, stark beeinträchtigt, wenn nicht gar verunmöglicht.
- Der Ortsbild- und der Denkmalschutz: Welchen Einfluss auf das Ortsbild hat die OSM? Inwiefern ist die OSM im Einklang mit dem Denkmalschutz? Welche Massnahmen müssen aufgrund des Denkmalschutzes getroffen werden; mit welchen (zusätzlichen) Kosten sind diese Massnahmen verbunden? Die letzte Frage wird bei der Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses nicht explizit berücksichtigt; sie ist Teil der Beurteilung der Zumutbarkeit im konkreten Einzelfall.

### **Eigenverantwortung**

Eigenverantwortung der Versicherungsnehmer zur Abwendung von Schäden an der versicherten Sache ist ein zentraler Grundsatz des Versicherungswesens. Grundsätzlich hat die Eigentümerin/der Eigentümer alles Zumutbare zu unternehmen, um einen Schaden abzuwenden. Ein grundsätzliches Problem, das nach Aufnahme in die Versicherungsdeckung auftaucht - in der ökonomischen Literatur bekannt als „Moral Hazard“ (Verhaltensrisiko) – ist, dass die Versicherungsnehmer ihr Verhalten zuungunsten des Versicherungsgebers ändern können und dem Schutz der versicherten Sache weniger Aufmerksamkeit schenken, z.B. indem gewisse präventive Massnahmen nicht oder nur unvollständig vorgenommen werden. Moral Hazard entsteht als Konsequenz aus ungleich verteilter Information (Informationsasymmetrie) zwischen Versicherungsgeber und Versicherungsnehmer. Die Informationsasymmetrie entsteht dadurch, dass der Versicherungsgeber das Verhalten des Versicherungsnehmers nach Aufnahme in die Deckung nicht oder nur unvollständig beobachten und beeinflussen kann. In der Konsequenz kann ein versichertes Risiko höher sein als wenn der Versicherungsnehmer das Risiko selbst zu tragen hätte. Massnahmen zur Gefahrenverhütung werden nicht oder nicht in ausreichendem Masse getroffen, weil die Sache versichert ist und der Schaden auf den Versicherungsgeber und indirekt über die Solidarität der anderen Versicherten auf das Versichertenkollektiv überwältzt wird. Die ungleich verteilte Information und das dadurch entstehende Phänomen des Moral Hazard können die Eigenverantwortung also signifikant schwächen.

<sup>1</sup> Unserer Ansicht nach sollte dieses Kriterium nur in Ausnahmefällen berücksichtigt werden (z.B. in Form einer Fristerstreckung ohne Verzicht auf die Erfüllung der Massnahme).

Um dieser Verhaltensänderung der Versicherten Einhalt zu gebieten, sind sog. Obliegenheiten (=Nebenpflichten), u.a. in Form von Handlungs-, Duldungs- und Unterlassungspflichten, zu erfüllen (Hauswirt und Suter, 1990)<sup>2</sup>. Eine Spielart dieser Obliegenheiten sind Sorgfaltspflichten, die häufig Bestandteil von Versicherungsverträgen oder gesetzlichen Vorschriften im Gebäudeversicherungsrecht sind. Diese Pflichten können als Verpflichtung zum Ergreifen der nach den Umständen gebotenen Schutzmassnahmen interpretiert werden (Hauswirt und Suter, 1990). Die Gebäudeversicherungsgesetze sehen daher als Obliegenheiten der Versicherten vor, dass diese die ihnen zumutbaren Vorkehrungen zur Verhütung von Schäden zu treffen haben. Ausserdem schliessen alle 19 kantonalen Gebäudeversicherungsgesetze in ähnlich lautenden Bestimmungen Schäden von der Deckung aus, die voraussehbar und mit zumutbarem Aufwand abwendbar sind.

### 2.2.2 Beispiele gesetzlicher Grundlagen

Konkrete rechtliche Bestimmungen im Gebäudeversicherungsrecht sind die Kantonalen Gebäudeversicherungsgesetze und die dazugehörigen Verordnungen sowie das Bundesgesetz über den Versicherungsvertrag (Versicherungsvertragsgesetz, VVG), das zwar für die KGV nicht anwendbar ist, aber allenfalls in Grundzügen Analogieschlüsse zulässt.

Die primäre gesetzliche Grundlage für OSM an Gebäuden sind die Kantonalen Gebäudeversicherungsgesetze einschliesslich den dazugehörigen Verordnungen. In einigen dieser Gesetze sind auch Massnahmen für den Elementarschadenschutz geregelt. Einige Beispiele:

- Im Kanton Aargau ist seit dem 1.7.2012 eine Anpassung des Art. 12 (Elementarschäden) des Gebäudeversicherungsgesetzes gesetzlich verankert. Diese schreibt im 4. Absatz vor, dass im Rahmen der Verhältnismässigkeit die Eigentümerinnen und Eigentümer verpflichtet sein sollen, bei Bau und Unterhalt ihrer Gebäude die notwendigen und zumutbaren Präventionsmassnahmen gegen die versicherten Elementargefahren zu ergreifen. Die Gebäudeversicherung kann damit entsprechende Präventionsmassnahmen verlangen.
- Das Gebäudeversicherungsgesetz des Kantons Bern hält in Art. 11 (Nichtaufnahme und Ausschluss) fest, dass die Gebäudeversicherung die Aufnahme eines Gebäudes in die Versicherung ganz oder für einzelne Gefahren verweigern oder ein Gebäude ganz oder für einzelne Gefahren von der Versicherung ausschliessen kann, wenn es besonders hohe Schadenrisiken aufweist. Dazu gehört u.a. auch, wenn das Gebäude durch Elementarereignisse stark gefährdet ist und wiederholt von grösseren Elementarschäden betroffen war. Gemäss Absatz 2 ist vor der Verfügung einer Aufnahmeverweigerung oder eines Ausschlusses die Hauseigentümerin oder der Hauseigentümer unter Ansetzung einer angemessenen Frist aufzufordern, die zumutbaren Massnahmen zur Beseitigung der Mängel zu treffen.
- Im Gebäudeversicherungsgesetz des Kantons Graubündens vom 1.1.2011 (GebVG) ist in Artikel 15 festgehalten: „Die Gebäudeversicherung kann bei Neu- und Erweiterungsbauten, bei umfassenden Umbauten sowie bei beträchtlichen Schäden verlangen, dass die betreffenden Gebäude mit geeigneten und zumutbaren Massnahmen vor wahrscheinlichen Elementarschadengefahren geschützt werden.“ (GVG, 2011a, Art. 15, S. 5). In der zugehörigen Verordnung ist festgehalten, für welche Prozesse die Elementar-

<sup>2</sup> Ein weiteres Instrument, um das Problem des Moral Hazard zu mindern, ist der Selbstbehalt; dies jedenfalls für die Verhütung von kleineren Schäden. Indem der Versicherungsnehmer direkt an den finanziellen Kosten eines Schadensfalls beteiligt wird, erhält er einen Anreiz, das Risiko eines Schadensfalls zu verringern.

schadenversicherung gilt und welche Gebäudeteile von der Versicherung eingeschlossen sind (GVG, 2011b). Schliesslich ist in den „Richtlinien Bauvorhaben in Gefahrenzonen“ dokumentiert, dass in der Gefahrenzone 2 (Zone geringer Gefährdung, blaue Gefahrenzone) ein spezifisches Elementarschadenrisiko nur dann gedeckt ist, wenn die vorgeschriebenen baulichen Schutzmassnahmen gemäss Bauauflagen getroffen wurden. Die Auflagen richten sich nach der Art der Gefährdung (GVG, 2011c).

- Im Kanton Schaffhausen hält Art. 19 Abs. 2 des Gebäudeversicherungsgesetzes (Obliegenheiten der Versicherten) fest, dass die Versicherten die ihnen zumutbaren Vorkehrungen zur Verhütung von Schäden zu treffen haben; die Verwaltungskommission kann zur Vermeidung von Elementarschäden in begründeten Einzelfällen Beiträge bewilligen. Art. 16 Abs. 2 der Verordnung zur Gebäudeversicherung legt weiter fest, dass die Pflicht zur Schadenverhütung den ordnungsgemässen Gebäudeunterhalt und die Einhaltung der geltenden Brandschutzvorschriften umfasst. Zum ordnungsgemässen Gebäudeunterhalt gehören auch die üblichen Schutzvorkehrungen gegen versicherte Elementargefahren.
- Das Gebäudeversicherungsgesetz des Kantons Solothurn hält in Art. 34 (Pflichten des Versicherungsnehmers) u.a. fest, dass der Versicherungsnehmer zur Verhütung von Schäden alles Zumutbare vorzukehren hat. Art. 43 der Verordnung zum Gebäudeversicherungsgesetz (Verhütung von Elementarschäden) hält weiter fest, dass die Gebäudeversicherung Verfügungen zur Verhütung von Elementarschäden treffen kann. Sie berücksichtigt dabei den Grundsatz der Verhältnismässigkeit und die anerkannten Regeln der Baukunde.

Die oben erwähnten kantonalen Gesetzesgrundlagen sind ausgewählte Beispiele. Grundsätzlich ist die gesetzliche Regelung von OSM in den einzelnen Kantonen sehr unterschiedlich weit entwickelt. Bei den KGV besteht aber allgemein die Absicht, griffige Rechtsgrundlagen zu schaffen. Die hier vorgeschlagene Methodik zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von OSM ist für die KGV von Nutzen, unabhängig davon, ob OSM konkret verfügt oder lediglich empfohlen werden können. Ausserdem gilt es festzuhalten, dass kantonalen Gebäudeversicherungsgesetze und die dazugehörigen Verordnungen ihre Geltung nicht isoliert, sondern im Kontext von Bundes- und Kantonsverfassung, Raumplanungs- und Baurecht sowie einschlägigen Verordnungen und Vorschriften entfalten.

### **2.3 Bestehende Praxis bei ausgewählten KGV**

Mit der Publikation der beiden Wegleitungen zum Objektschutz bei gravitativen und meteorologischen Naturgefahren wurde eine Übersicht gegeben, welche Massnahmen direkt an Gebäuden getroffen werden können, um diese resistenter gegen die äussere Einwirkungen von Naturgefahren zu machen. Die Wegleitungen erleichterten eine konsistente Auswahl von Massnahmen und schafften eine Basis zur vergleichbaren Beurteilung dieser Massnahmen. Die Umsetzung dieser Massnahmen erfolgt aufgrund der verschiedenen Rahmenbedingungen in den Kantonen auf unterschiedliche Weise, insbesondere auch was die rechtliche Durchsetzbarkeit und die Finanzierung anbetrifft. Oftmals stellte sich auch die Frage, welcher Schutz sinnvoller mit Hilfe von Objektschutzmassnahmen und welcher besser mit Flächenschutzmassnahmen erzielt werden kann. Um bestehende Erfahrungen in den KGV für die Entwicklung dieser Methodik berücksichtigen zu können, wurde zunächst analysiert, wie OSM in den Kantonen mit Kantonalen Gebäudeversicherung beurteilt und umgesetzt werden.

Eine erste Grundlage war eine Umfrage zur Beitragspraxis im Objektschutz durch die Fachkommission Technischer Elementarschadenschutz (FTE), in welcher die Gebäudeversicherungen der Kantone St. Gallen, Appenzell-Ausserrhodon, Glarus, Nidwalden, Zürich, Luzern und Aargau vertreten sind. Die Zusammenstellung dieser Ergebnisse stand in Form einer Tabelle zur Verfügung (s.a. Anhang C).

Weitere Informationen zum Umgang mit Objektschutz wurden im Rahmen von strukturierten Interviews bei Vertretern der Kantone Aargau, Bern, Graubünden, Glarus, Zürich, St. Gallen und Appenzell Ausserrhodon gesammelt. Eine Zusammenfassung der Antworten ist in Anhang D gegeben.

Die Ergebnisse der Umfrage der FTE und der Telefonumfrage zeigen auf, dass die Praxis bei den einzelnen KGV sehr unterschiedlich ist. Während einige KGV hinsichtlich des risikobasierten Umgangs mit OSM weit fortgeschritten sind, steckt dieses Denken bei anderen KGV noch in den Anfängen. Es ist daher angezeigt, eine allgemeingültige, einfach anwendbare und nachvollziehbare Methode zu entwickeln, welche die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von OSM ermöglicht. Ein entsprechendes Werkzeug kann den KGV bei der Umsetzung ihrer Objektschutz-Strategien wertvolle Dienste leisten. Da sich - trotz vergleichbarer Ziele - diese Strategien regional unterscheiden und in rechtlicher Hinsicht erhebliche Unterschiede bestehen, soll die Methodik lediglich Entscheidungsgrundlagen bereitstellen, ohne den Entscheidungsspielraum der KGV einzuschränken. Die hier vorgestellte Methodik beschränkt sich daher auf streng nachvollziehbare Kriterien für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von OSM als Basis für die Beurteilung der Zumutbarkeit durch die KGV im Hinblick auf eine Verfügung oder Empfehlung an die Eigentümerschaft gefährdeter Objekte.

Die Tatsache, dass es für die Erstellung von OSM häufig auch eine erhebliche Überzeugungsarbeit beim Hauseigentümer braucht und die Wirtschaftlichkeit ein allgemein anerkanntes Entscheidungskriterium bei Investitionen ist, spricht für die Wirtschaftlichkeit als primärem Indikator für die Zumutbarkeit von OSM.

## **2.4 Vorhandene Instrumente und Tools**

### **2.4.1 Wegleitungen**

Die zentrale Grundlage für die Planung von OSM stellen die beiden Wegleitungen „Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren“ (Egli, 2005) und „Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren“ (Egli, 2007) dar. Die Wegleitung zu den gravitativen Gefahren stellt mögliche Gefährdungsbilder, eine Auswahl von Massnahmen und deren Dimensionierung für die Prozesse Lawinen, Hochwasser, Rutschungen, Murgänge und Steinschlag dar; die Wegleitung zu den meteorologischen zeigt dies in vergleichbarer Weise für die Prozesse Wind, Hagel, Regen und Schnee. Zahlreiche Graphiken erlauben es, massgeschneiderte Lösungen zu entwickeln. Beide Publikationen richten sich an Ingenieure, Architekten und Baubehörden.

### **2.4.2 Normen**

Die Einwirkung von Naturgefahren auf Bauten ist in einigen Tragwerks- und Produktnormen der SIA berücksichtigt. Die Tragwerksnormen SIA 261, SIA 261/1 (Einwirkungen auf Trag-

werke und ergänzende Festlegungen) enthalten Angaben zu Rutschungen, Murgängen, Hochwasser, Schnee- und Lawinendruck, Hagel, Stein-, Block- und Eisschlag und Wind. Allerdings ist in diesen Normen für Neubauten lediglich für Wind und Schnee die Bemessung festgelegt. Die Bemessung bezüglich der übrigen erwähnten Naturgefahren ist nicht mit gleichem Tiefgang behandelt. Die neuen Erhaltungsnormen SIA 269/1 regeln die Bemessung gegen Wind und Schnee bezüglich bestehender Bauten (vgl. SIA 269/1, S.9, mögliche Anpassungen an lokale Verhältnisse). Einige Produktnormen SIA weisen auf Naturgefahren hin, darunter insbesondere Normen für Produkte der Gebäudehülle auf Windeinwirkung, Hagel und Schlagregen bzw. eindringendes Wasser. Die Tragwerksnormen existieren seit 1956 und wurden seither mehrere Male geändert.

Eine gute Übersicht der in der Schweiz und in Europa gültigen Normen bezüglich der Einwirkung durch Naturgefahren vermittelt Egli und Vanomsen (2010).

### 2.4.3 Hagelregister

Das Hagelregister der VKF ist ein Onlineregister, in dem die Hagelwiderstände für geprüfte Baumaterialien der Gebäudehülle einsehbar sind. Die Bauprodukte werden in die Hagelwiderstandsklassen 1 – 5 eingeteilt, wobei 1 die schwächste und 5 die stärkste Klasse darstellt. Der Zugriff auf das Hagelregister erfolgt über den Link [www.hagelregister.ch](http://www.hagelregister.ch).

### 2.4.4 Leitfaden Risikokzept

Der Leitfaden Risikokzept (RIKO) baut auf den Publikationen „Risikoanalysen bei gravitativen Naturgefahren“ (Borter, 1999; Borter und Bart, 1999) sowie dem Leitfaden Verkehrsachsensschutz (Wilhelm, 1999) auf und ergänzt das dortige Vorgehen mit dem Teil Risikobewertung und Massnahmenplanung und Massnahmenbewertung. Der Leitfaden entstand als Folge der „Strategie Naturgefahren Schweiz“ der PLANAT im Rahmen der Aktionspläne 2005 – 2008 und 2009 – 2011. Im Leitfaden sind die grundlegenden Überlegungen und das Vorgehen einer risikobasierten Planung dokumentiert; er besteht aus zwei Teilen: Im Teil A wird das Risikokzept bei Naturgefahren prozessübergreifend dargestellt. Im Teil B wird das Vorgehen einer risikobasierten Planung für die Prozesse Lawinen, Hochwasser, Murgang, Sturz, spontane Rutschung, permanente Rutschung, Erdbeben, Sturm, Hagel und Hitzewelle anhand eines Beispiels aufgezeigt.

### 2.4.5 Software-Tools Flächenschutz

Auf Basis des Risikokzept entstanden in den letzten Jahren verschiedene Software-Tools mit unterschiedlichen Zielrichtungen. Diese Software-Tools vereinfachen die Anwendung des Risikokzept in der Praxis und unterstützen nachvollziehbare Entscheide. Das gleiche Ziel wird auch mit der hier vorgelegten Methodik verfolgt, welche als Grundlage für die Erarbeitung des Softwaretools diene.

**RiskPlan Online** ist der Nachfolger der Software RiskPlan, einem Berechnungs- und Managementwerkzeug zur Abschätzung von Risiken in definierten Wirkungsräumen und zur Bestimmung der Kostenwirksamkeit von Schutzmassnahmen. RiskPlan Online hat Übersichtscharakter und erlaubt auch den Vergleich von Naturgefahrenrisiken mit technischen und/oder gesell-

schaftlichen Risiken. Der Zugriff auf RiskPlan Online erfolgt über den Link [www.riskplan.admin.ch](http://www.riskplan.admin.ch).

**EconoMe** ist ein Online-Berechnungsinstrument zur Bestimmung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Einzelprojekten im Flächenschutz und unterstützt primär die Projektbeurteilung und Mittelzuteilung der Subventionsbehörden. EconoMe erlaubt eine quantitative Risikoanalyse basierend auf Durchschnittswerten und vereinfachten Annahmen, eine Risikobewertung sowie eine Beurteilung von Schutzmassnahmen anhand des Nutzen-Kosten Verhältnisses. Der Zugriff auf EconoMe erfolgt über den Link [www.econome.admin.ch](http://www.econome.admin.ch).

**EconoMe-Develop** ist eine Forschungs- und Entwicklungsplattform für EconoMe und deckt alle Zielvorgaben im Risikokzept mit einem umfassenden Berechnungsinstrument ab. EconoMe-Develop ist in der Grundstruktur analog zu EconoMe aufgebaut, wurde jedoch hinsichtlich des Funktionsumfangs dahingehend erweitert, dass alle Prozesse wie Lawine, Murgang, Hochwasser, Sturz, Rutschung, Erdbeben, Sturm, Hagel und Hitzewelle gemäss dem Leitfaden RIKO bearbeitet werden können. Der Zugriff auf EconoMe-Develop erfolgt über den Link [www.econome-develop.admin.ch](http://www.econome-develop.admin.ch).

**EconoMe-Railway** baut auf EconoMe auf und ist spezifisch auf die Bedürfnisse von Bahnbetrieben (z.B. SBB) zugeschnitten. Mit EconoMe-Railway ist es möglich für den Bahnbetrieb typische Schadenbilder zu berücksichtigen und auch die betriebswirtschaftlichen Kosten in die Risikoanalyse einzubeziehen. Der Zugriff auf EconoMe-Railway erfolgt über den Link [www.econome.ch/eco\\_rail](http://www.econome.ch/eco_rail).

**RoadRisk** ist eine Online-Berechnungsplattform zur Bestimmung der Risiken auf dem Schweizerischen Nationalstrassennetz. Die methodische Grundlage stellt das Risikokzept „ASTRA Naturgefahren auf Nationalstrassen“ dar. Der Zugriff erfolgt über den Link [www.roadrisk.admin.ch](http://www.roadrisk.admin.ch).

#### 2.4.6 Software-Tools Objektschutz

Das „Analysemodul der Verletzlichkeit von Gebäuden bei Überschwemmungen und Risikominderung“, kurz **HWV-Tool (Haus Wasser Verletzlichkeit)**, bietet eine Methodik an um die Verletzlichkeit eines Ein- bis Dreifamilienhaus einschliesslich Garage (1-2 Fahrzeuge) und kleinen Anbauten zu bestimmen. Es kann für statische Überflutung sowie dynamischen Überflutungen mit kleinen Fliessgeschwindigkeiten ( $v < 1$  m/s) eingesetzt werden. Das berechnete Schadenausmass wird auf zwei Geschosse begrenzt. Das Tool besteht aus einem Methodenbericht (Leroi et al. 2011) und einem Excel-Tool, mit dem die Berechnungen vorgenommen werden. Das Tool wurde im Rahmen eines Workshops am 28.10.2011 verschiedenen Personen präsentiert und durch Mitglieder des Projektkonsortiums hinsichtlich seiner Eignung auf Berücksichtigung in diesem Projekt beurteilt. Da das HWV-Tool unvollständig ist und nicht weiter entwickelt/gepflegt wird, kann Prevent-Building nicht auf dem HWV-Tool aufzubauen.

Eine einfache Berechnungstabelle (Microsoft Excel ®) wurden von den Gebäudeversicherungen Zürich und Aargau entwickelt (GVZ-AGV-Tool). Mit diesem einfachen Werkzeug kann aus der Differenz der Risiken mit und ohne OSM in verschiedenen, vom Benutzer zu definierenden Szenarien, die Risikoverminderung den Kosten einer Massnahme gegenüber gestellt werden. Damit sind einfache Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit von OSM möglich.

## **2.5 Konsequenzen für die Entwicklung der Methodik**

Die unterschiedliche Praxis bei den verschiedenen KGV im Umgang mit OSM verlangt, dass eine Methodik zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einfach und nachvollziehbar das Nutzen-/Kostenverhältnis von OSM darstellt. Somit soll ein erster, grober Check der Wirtschaftlichkeit mit relativ kleinem Aufwand möglich sein, aber auch eine detaillierte Analyse.

Das Risikokonzept bietet eine gute Grundlage für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Im Bereich Flächenschutz wurden schon einige Erfahrungen mit der Anwendung des Risikokonzepts gemacht und es existieren praxistaugliche Instrumente, wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde. Da im Flächenschutz gute Erfahrungen mit den verschiedenen Software-Tools gemacht wurden, bietet sich auch für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit im Objektschutz die Entwicklung eines vergleichbaren, wenn auch einfacheren Tools an. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Ergebnisse mit denjenigen im Flächenschutz vergleichbar sind.

# **3 Beurteilung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit**

In den folgenden Abschnitten wird die Methodik zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen beschrieben. Die hier vorgestellte Methodik kommt dann zum Tragen, wenn von einer KGV die Notwendigkeit von Objektschutz festgestellt wird. Übergeordnete Überlegungen zum integralen Risikomanagement und zur Aufgabenteilung zwischen kantonalen Naturgefahrenbehörden (Forst, Wasserbau und Raumplanung), der kantonalen Gebäudeversicherung und der kommunalen Behörden sind nicht Gegenstand dieser Methodik.

## **3.1 Konzept**

Das Vorgehen baut grundsätzlich auf dem allgemeinen Risikokonzept auf, welches im Leitfaden Risikokonzept der PLANAT dokumentiert ist (Bründl, 2009). Angelehnt an dieses Risikokonzept wird das Vorgehen in den folgenden Abschnitten schrittweise vorgestellt (Abbildung 1).

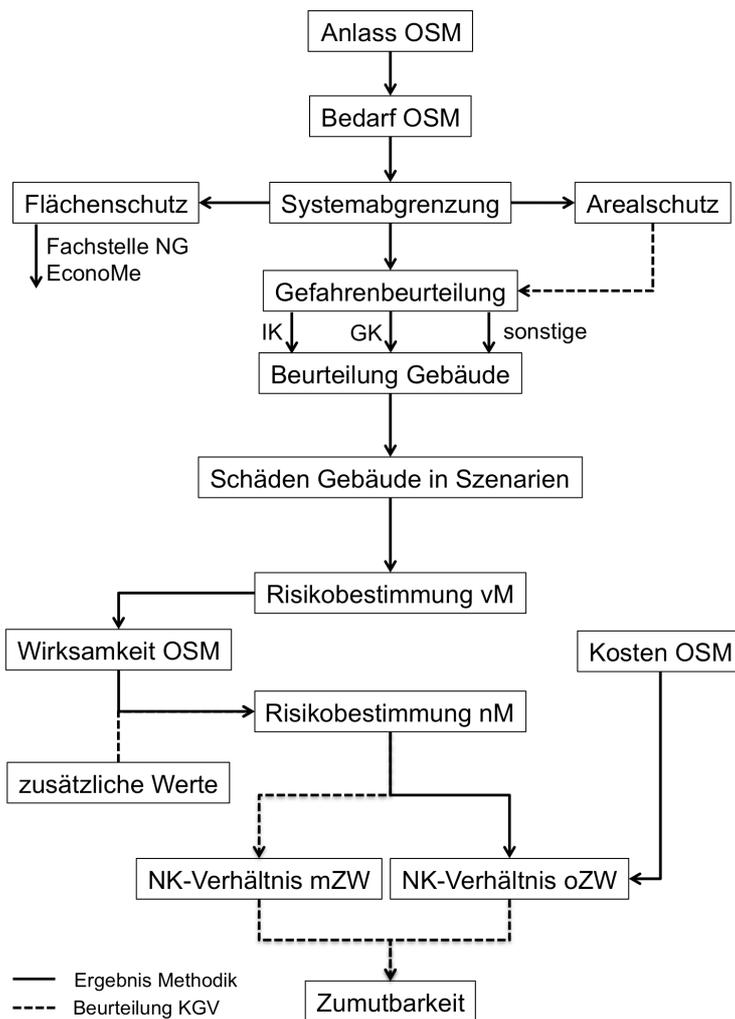


Abbildung 1: Schematische Darstellung des vorgeschlagenen Vorgehens in Prevent-Building. IK = Intensitätskarte, GK = Gefahrenkarte, vM = vor Massnahme, nM = nach Massnahme, OSM = Objektschutzmassnahme, NK= Nutzen-Kosten, m/oZW, mit/ ohne zusätzlich gefährdete Werte.

### 3.2 Vorabklärungen

Zu Beginn einer Planung und Beurteilung von Objektschutzmassnahmen müssen verschiedene Vorabklärungen zur Systemabgrenzung vorgenommen werden. Zuerst muss der Anlass für die vorgesehene OSM geklärt sein. Dazu stehen zunächst z.B. folgende Fragen im Vordergrund:

- In welcher Gefahrenzone liegt die Neubaute oder die bestehende Baute?
- Sind in der Vergangenheit bereits Schäden aufgetreten?
- Welche Prozesse sind für allfällig aufgetretene Schäden verantwortlich?
- Wie häufig sind Schäden aufgetreten, welches Schadenausmass wurde verursacht?
- Welche Schäden sind wo am Gebäude (betroffene Gebäudeteile) aufgetreten?
- Wurden andere Gebäude in der unmittelbaren Nachbarschaft ebenfalls betroffen?

- Sofern mehrere Gebäude betroffen sein, muss in Zusammenarbeit mit der Gemeindebehörde und der kantonalen Behörde abgeklärt werden, ob statt OSM für das betroffene Gebiet besser ein Flächenschutz oder allenfalls ein Arealschutz angezeigt wäre. Im Falle des Flächenschutzes geht die Verantwortung an die öffentliche Hand über (allenfalls mit finanzieller Beteiligung der privaten Nutzniesser). Beim Arealschutz liegt die Verantwortung bei den Hauseigentümern.
- Bezogen auf die zu schützenden Gebäude muss zu Beginn abgeklärt werden, ob durch die Prozesse Personen gefährdet sind. Im Weiteren sind der Versicherungswert und der Marktwert der/des Gebäude/s sowie die Restlebensdauer des Gebäudes/der Gebäude in die weiteren Überlegungen einzubeziehen.

### 3.3 Systemabgrenzung

Im Weiteren muss das untersuchte Objekt (System) anhand der folgenden Fragen eindeutig abgegrenzt werden:

- Durch welche Gefahren ist das Objekt gefährdet?
- Welche Bauteile, Sachwerte, Personen werden beim gefährdeten Objekt betrachtet?
- Gegen welche Ereignisse (Szenarien mit bestimmter Jährlichkeit) soll das Gebäude geschützt werden?
- Welche Aspekte sollen nicht berücksichtigt werden?

### 3.4 Gefahrenbeurteilung

Damit Objektschutzmassnahmen richtig geplant und umgesetzt werden können, muss die Einwirkung des gefährlichen Prozesses auf das Objekt möglichst genau bekannt sein. Um die nötigen Fragen für die Dimensionierung des Objektschutzes beantworten zu können, muss für das gesamte Gebiet (Wohnsiedlung) eine Gefahrenkarte mit sämtlichen Prozessgefahrenkarten, besser noch Intensitätskarten für die einzelnen Prozesse vorliegen. Liegen bei Gebäuden ausserhalb der Bauzone nur Gefahrenhinweiskarten vor, so müssen die Prozessintensitäten vor Ort ermittelt werden. Die Genauigkeit der Hinweiskarten ist nicht ausreichend für die Dimensionierung von Objektschutzmassnahmen.

Die Gefahrenstufen der Gefahrenkarten basieren auf den zwei Parametern Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit; sie sind im sogenannten Gefahrenstufendiagramm (9-Felder-Matrix) dargestellt.

Die Definition der einzelnen Intensitätsstufen für verschiedene Prozesse kann aus Tabelle 1 ermittelt werden. Sind in der Gefahrenkarte die einzelnen Gefahrenbereiche nicht mit den Indizes der 9-Felder Matrix referenziert, kann diese Grundlage kaum als Bemessungsgrundlage für den OS verwendet werden. Die Basis moderner Gefahrenkarten bilden meist Prozessmodellierungen welche die Parameter der Intensität (vgl. Tabelle 1) im Profil oder flächenhaft abbilden.

Der Zusammenhang von Intensitätskarten zu Gefahrenkarten ist in Abbildung 2 ersichtlich.

Zu den verschiedenen gefährlichen Naturprozessen und dem Vorgehen im Einzelnen.

### 3.4.1 Hochwasser

In diesem Prozess unterscheidet man zwischen dynamischer und statischer Überflutung.

**Dynamische Überflutung:** Jeder Fluss oder Bach hat sein eigenes Abfluss- und Geschiebetransportverhalten abhängig vom Einzugsgebiet, der Geologie, dem Geschiebepotential in diesem Einzugsgebiet und der Niederschlagsintensität und -dauer. Es können je nach Gewässer Murgänge, Wassertransport mit Geschiebetrieb oder reiner Wasserabfluss stattfinden. Erschwerend bei den dynamischen Wasserprozessen sind meist die von Menschen geschaffenen Verbauungen und Brücken. Diese stellen für den Abfluss oft Eng- oder Schwachstellen, sog. Verklausungsstellen dar. Daher gehört zu einer Gefahrenbeurteilung von dynamischen Wasserprozessen stets die Szenarien bezogene Beurteilung der Schwachstellen. Diese Beurteilung sollte im Technischen Bericht zur Gefahrenkarte enthalten sein. Die Darstellung in Intensitäts- und Gefahrenkarten erfolgt analog zu den anderen Prozessen. Die Intensitäten lassen sich aus diesen Grundlagen ableiten (vgl. Abbildung 2 und Tabelle 1).

**Statische Überflutung** durch einen See oder ein langsam fließendes Gewässer ist hauptsächlich von der Niederschlagsintensität und -dauer im Einzugsgebiet sowie der Vorgeschichte (Pegelstände) abhängig. Das Zufluss-Abfluss-Regime bestimmt den Anstieg des Gewässers. Die Darstellung in Intensitäts- und Gefahrenkarten erfolgt analog zu den anderen Prozessen aufgrund der möglichen Überflutungshöhe. Oft bestehen Höhen-Jährlichkeits-Beziehungen für die Seen. Die Intensitäten lassen sich aus diesen Grundlagen ableiten (vgl. Abbildung 2 und Tabelle 1). Bei grossen Flüssen dagegen sind Überflutungskarten oft nur mit aufwändigen 2D- und 3D-Modellierungen zu erstellen. Aufstossendes Grundwasser wird in der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt.

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- Gefahrenkarte Hochwasser (Fliesstiefenkarten HQ30, HQ100, HQ300)
- Gefahrenhinweiskarte Oberflächenwasser
- Ereigniskataster
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung
- Erfahrungen / Erinnerungen der Ortsansässigen
- Auskünfte der Gemeinden / Kantone bezüglich geplanter Flächenschutzmassnahmen

Schäden können durch folgende Einwirkungen entstehen:

- Fliesstiefen über Terrain nach Jährlichkeit des Szenarios [cm]
- Feuchtigkeit [-]
- Verschlammung [-]
- Hydrostatischer Druck [ $\text{kN/m}^2$ ]
- Hydrodynamischer Druck [ $\text{kN/m}^2$ ]

Als Szenarien werden üblicherweise ein 30-, 100-, ein 300-jährliches Ereignis sowie das Ereignis mit dem Extremhochabfluss (EHQ, ca. 1000-jährliches Ereignis) ausgeschieden. Der Einbezug des EHQ ist insbesondere bei Sonderobjekten, wie z.B. Lifelines wichtig.

### 3.4.2 Sturz

Bei der Gefährdung Steinschlag/Blockschlag werden die Sturzprozesse vom einzelnen Steinschlag mit Kantenlängen kleiner als 0.5 m bis zum Blockschlag mit Blöcken von mehreren Metern Kantenlänge erfasst. Fels- und Bergstürze, die lawinenartig abgehen werden in den Gefah-

renkarten wegen des sehr seltenen Auftretens meist als Restgefährdung (gelb-weiss gestreift) dargestellt und weisen im gesamten Prozessraum immer sehr grosse Intensitäten auf. Die Reichweiten können über den Ansatz des Pauschalgefälles oder mit Hilfe physikalischer Modelle abgeschätzt werden.

Aus den Gefahrenkarten und Intensitätskarten lassen sich die bei einem Objekt auftretenden Energien ermitteln. Die Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang zwischen Intensitätskarten und Gefahrenkarten. Aus den Gefahrenkarten lassen sich über die oben erwähnten Indizes auch Rückschlüsse auf Intensität und Häufigkeit ableiten, falls keine Intensitätskarten vorliegen. Für die Dimensionierung von OSM reichen indizierte Gefahrenkarten aus.

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- Gefahrenkarte
- Ereigniskataster
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung
- Erfahrungen / Erinnerungen der Ortsansässigen
- Auskunft der Gemeinden / Kanton bezüglich geplanter Flächenschutzmassnahmen

Die schädigende Einwirkung ergibt sich durch die Energie der Steine bzw. Blöcke (Angabe in kJ) in den verschiedenen Szenarien.

Als Szenarien werden üblicherweise ein 10-, 30-, 100-, und zum Teil ein 300-jährliches Ereignis ausgeschieden.

### 3.4.3 Lawine

Lawinen- und Gleitschneeprozesse werden analog zu den übrigen Prozessen, mit vergleichbarem Vorgehen bestimmt. Neben Staub- und Fleisslawinen werden auch Gleitschneeprozesse ausgewiesen.

Wichtig zur Beurteilung sind neben dem Ereigniskataster und Geländestudien auch lawinendynamische Berechnungen zur Bestimmung der Intensitäten (Druck, Geschwindigkeit und Fließhöhe). Die Darstellung in Intensitäts- und Gefahrenkarten erfolgt analog zu den anderen Prozessen. Die Intensitäten lassen sich aus diesen Grundlagen ableiten (vgl. Abbildung 2 und Tabelle 1).

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- Gefahrenkarte
- Ereigniskataster
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung
- Erfahrungen / Erinnerungen der Ortsansässigen
- Auskunft der Gemeinden / Kanton bezüglich geplanter Flächenschutzmassnahmen

Die schädigende Einwirkung ergibt sich durch den Druck der Lawine auf die Gebäudehülle (Einheit kPa) in den verschiedenen Szenarien.

Als Szenarien werden üblicherweise ein 30-, 100-, und ein 300-jährliches Ereignis ausgeschieden.

### 3.4.4 Hangmure

Die Hangmuren sind in alten Gefahrenkarten oft nicht enthalten. In neueren Gefahrenkarten sind für die Beurteilung die Aufarbeitung von ehemaligen Ereignissen, die Dokumentation von Spuren (stumme Zeugen), die Hangneigung, mögliche geologische oder menschliche Einflussfaktoren und die Art der Lockergesteinsbedeckung eines Hanges von entscheidender Bedeutung. Hangmuren haben i.d.R. ihren Ursprung in spontanen Rutschungen. Gelangt sehr viel Wasser im Ausbruch- und/oder im Transitbereich in die Rutschmasse, kann diese sich verflüssigen und zum Teil mit hohen Geschwindigkeiten zu Tale fliessen. Die Prozesseinwirkung ist dann vergleichbar einem Murgang im Gerinne. Neben der Fliesshöhe muss auch die Fliessgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Die Einstufung in Intensitäts- und Gefahrenkarten erfolgt analog zu den Sturz- bzw. Murgangprozessen. Die Intensitäten lassen sich aus diesen Grundlagen ableiten (Abbildung 2 und Tabelle 1).

- Gefahrenkarte
- Ereigniskataster
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung
- Erfahrungen / Erinnerungen der Ortsansässigen
- Auskunft der Gemeinden / Kanton bezüglich geplanter Flächenschutzmassnahmen

Die schädigende Einwirkung ergibt sich durch den Druck der Hangmure auf die Gebäudehülle (Einheit kPa) in den verschiedenen Szenarien.

Als Szenarien werden üblicherweise ein 30-, 100-, und ein 300-jährliches Ereignis ausgeschieden.

### 3.4.5 Rutschung

Der Prozess Rutschung wird unterteilt in permanente Rutschungen und spontane Rutschungen (vgl. auch Abbildung 2). Es können Prozessübergänge stattfinden.

Grundsätzlich werden Objekte, die durch kontinuierliche Rutschprozesse gefährdet sind, bezüglich Schäden, die auf diesen Prozess zurückzuführen sind, von den Gebäudeversicherungen nicht versichert. Es wäre aber falsch, diesen Prozess wegen dieses Ausschlusskriteriums nicht zu analysieren. Der Grund liegt darin, dass oft an der Front von permanenten Rutschungen, die meist eine sehr steile Topographie aufweist, spontane Rutschungen auftreten können. Zudem ist es auch möglich, dass permanente Rutschungen grossräumig durch seltene meteorologische Ereignisse oft in Kombination mit der Schneeschmelze aktiviert werden können (z.B. Frühling nach Lawinenwinter 1999, Unwetter 2005, usw.). Modelle der möglichen Rutschprozesse bezüglich Typ (Translations- oder Rotationsrutsch) sowie die Gründigkeit sind im Rahmen der Erstellung der Gefahrenkarten aufzuzeigen. Die auslösenden Ereignisse in Form von Szenarien werden im technischen Bericht zur Gefahrenkarte beschrieben.

Wie die Intensitäten aus den Gefahrenkarten zu lesen sind, ist aus Abbildung 2 ersichtlich. Bei den permanenten Rutschungen gibt es keine Jährlichkeiten, es wird aber das Reaktivierungspotential, sofern Belege dafür bekannt sind, zur Gefahreinstufung verwendet. Für die spontanen Rutschungen können Jährlichkeiten wie bei den anderen Prozessen ausgeschieden und damit Intensitätskarten erstellt werden.

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- Gefahrenkarte
- Ereigniskataster
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung
- Erfahrungen / Erinnerungen der Ortsansässigen
- Auskunft der Gemeinden / Kanton bezüglich geplanter Flächenschutzmassnahmen

Die Einordnung von Rutschungen erfolgt über die Bewegungsrate pro Zeiteinheit, z.B, Meter pro Tag oder Jahr. Bezogen auf ein einzelnes Gebäude ist diese jedoch schwierig zu bestimmen und muss individuell bestimmt werden.

Für spontane Rutschungen werden üblicherweise Szenarien mit Jährlichkeiten von 30-, 100-, und 300-jährlich ausgeschieden; für permanente Rutschungen werden keine Jährlichkeiten definiert.

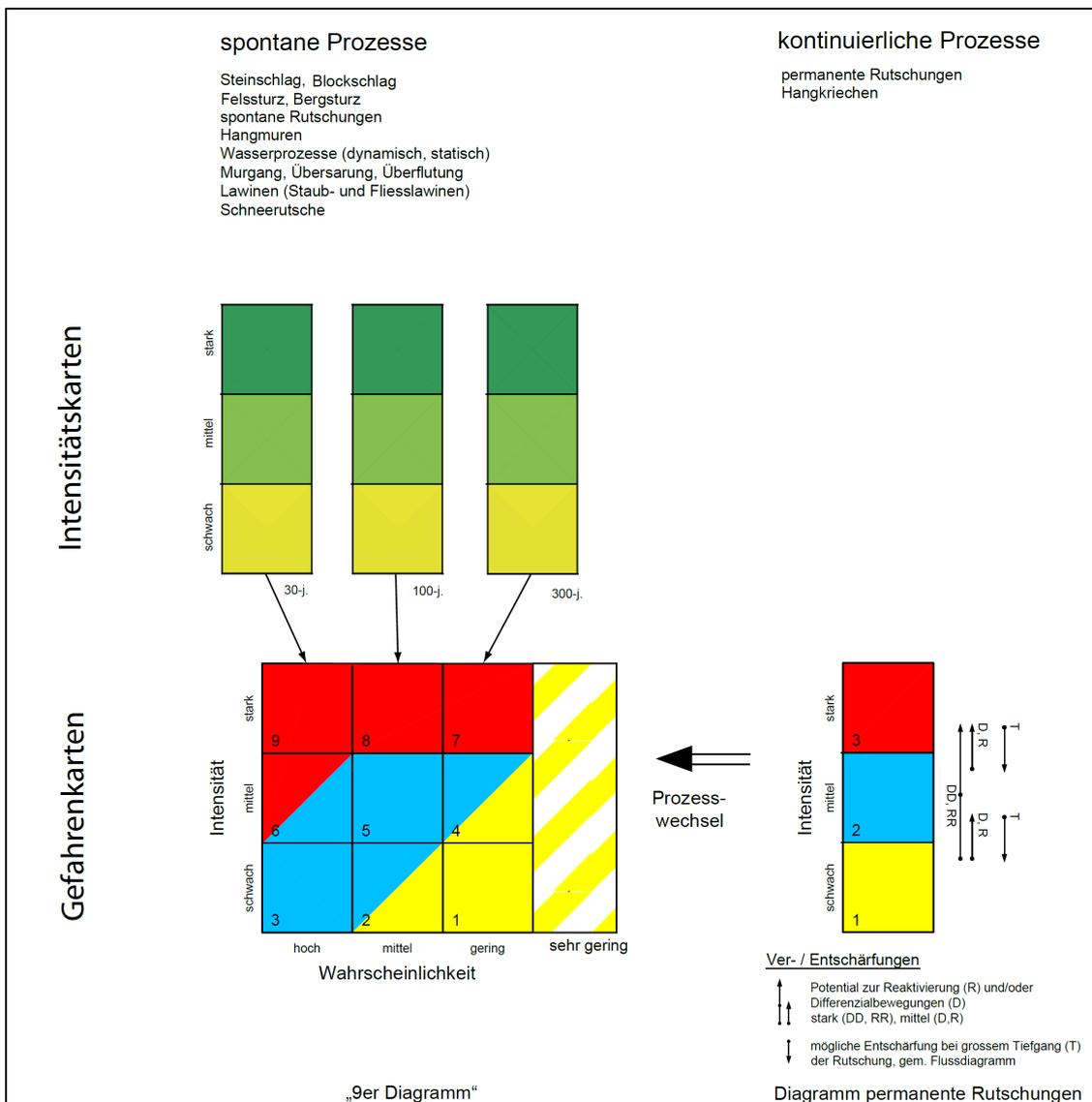


Abbildung 2: Verknüpfung zwischen Intensitätskarten und Gefahrenkarten einerseits und spontanen und kontinuierlichen Prozessen andererseits (Quelle: BAFU, AGN).

Die Definition der Intensitäten der Prozesse und deren Schadenwirkung ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Was bei den Sturzprozessen in den Gefahrenkarten fehlt, sind die Sprunghöhen, die für die Bemessung von Schutzmassnahmen ebenfalls sehr wichtig sind. Diese können in der Regel nur mit Computermodellierungen bestimmt werden

*Tabelle 1: Definition der Intensitätsstufen (Beispiel Kanton Luzern). Die GV übernimmt diese Richtwerte aus den jeweiligen kantonalen Verordnungen bzw. Wegleitungen. Falls keine kantonsspezifischen Parameter vorhanden sind, gelten die Werte des BAFU.*

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Lawinen	$P \leq 3 \text{ kN/m}^2$	$3 \text{ kN/m}^2 < P < 30 \text{ kN/m}^2$	$P > 30 \text{ kN/m}^2$
Überschwemmung inkl. Übersarung	$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$ oder $0.5 < v \cdot h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oder $v \cdot h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Ufererosion	$d < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < d < 2 \text{ m}$	$d > 2 \text{ m}$
Murgang und Hangmure	$h < 0.5 \text{ m}$ und $v < 1 \text{ m/s}$ und $V < 500 \text{ m}^3$	$h < 1 \text{ m}$ und $v < 1 \text{ m/s}$ und unabhängig von V	$h > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$ und unabhängig von V
Stein- und Blockschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 \text{ kJ} < E < 300 \text{ kJ}$	$E > 300 \text{ kJ}$
Felssturz	kommt nicht vor	kommt nicht vor	$E > 300 \text{ kJ}$
Rutschung permanent, Absenkung	$v < \text{ca. } 2 \text{ cm/Jahr}$	$2 \text{ cm/Jahr} < v < 1 \text{ dm/Jahr}$	$v > 1 \text{ dm/Jahr}$ oder starke differentielle Bewegungen
Rutschung spontan, Uferrutschung	$d < 0.5 \text{ m}$ und $l < 1 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < d < 2 \text{ m}$ oder $d < 0.5 \text{ m}$ und $l > 1 \text{ m}$	$d > 2 \text{ m}$
Einsturz	Sind Dolinen vorhanden, so sind nach Absprache mit dem Fachbereich Naturgefahren zusätzliche Abklärungen vorzunehmen.		

P	=	Druck
d	=	mittlere Mächtigkeit der Abtragung (gemessen senkrecht zur Böschungsoberfläche)
h	=	Fliess- respektive Ablagerungshöhe
v	=	Fliessgeschwindigkeit
V	=	Volumen
E	=	Energie

### 3.4.6 Sturm

Folgende Windarten können in der Schweiz zu Gebäudeschäden führen: Winterstürme, Bise, Föhn, Gewitterstürme und Tornados. Bei allen können Böen auftreten, deren Geschwindigkeiten doppelt so hoch sein können wie die mittlere Windgeschwindigkeit. Die mittlere Windgeschwindigkeit wird über einen Zeitraum von 10 Minuten gemessen. Die Windstärke wird am häufigsten nach der Skala von Beaufort eingeteilt. Die in dieser Skala angegebenen Windge-

schwindigkeiten entsprechen dem 10 Minutenmittel und nicht der Geschwindigkeit der Böen. Da Böen aber die stärksten Kräfte erzeugen, verursachen sie meist die Schäden.

Die Grundlage der Wind-Bemessung von Gebäuden bildet der Referenzstaudruck [ $\text{kN/m}^2$ ] (Abbildung 3). Dieser ist in der Windkarte der Norm SIA 261 abgebildet und beruht sowohl auf Böen- und Richtungsmessungen als auch auf numerischen Simulationen. Dort können die 50-jährlichen Spitzengeschwindigkeiten resp. der daraus resultierende Staudruck entnommen werden. Im Unterschied zu den gravitativen Naturgefahren besteht eine Gefährdung durch Sturm flächendeckend, d.h. alle Gebäude sind betroffen.

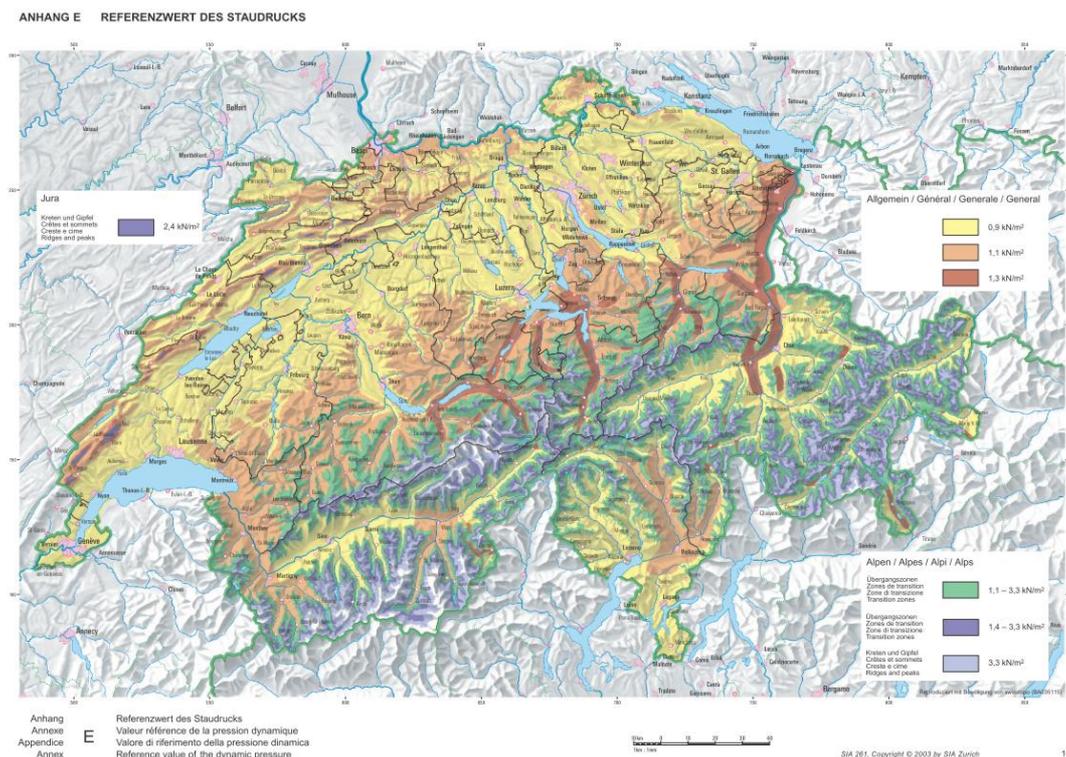


Abbildung 3: Karte des Referenzwertes für Staudruck für den Prozess Sturm. Quelle: SIA 261.

Ein versicherter Sturm nach IRV-Definition hat sich dann ereignet, wenn:

- in der Umgebung eines beschädigten Objekts an einer Mehrzahl von ordnungsgemäss erstellten und unterhaltenen Gebäuden insbesondere Dächer ganz oder zum Teil abgedeckt wurden oder gesunde Bäume erheblich beschädigt wurden (sog. Kollektivschäden);
- oder eine Windgeschwindigkeit von mindestens 63 km/h (10-Minuten-Mittel) gemessen wurde (Beaufort 8);
- oder wenn Böenspitzen von mindestens 100 km/h gemessen wurden.

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- SIA 261

- Bericht VKF Sicherheit von Dächern und Fassaden bezüglich schadenverursachendem Wind
- Statistische Winddaten MeteoSchweiz
- Schadenerfahrung der Gebäudeversicherung an besonders exponierten Orten

Die schädigende Einwirkung wird über den Winddruck bzw. den Sog eingeordnet (Einheit: kPa).

Als Szenario wird der 50-jährliche Wind nach SIA 261 verwendet. Aus dem Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 219 (Ceppi et al., 2008) können zudem häufigere und seltenere Szenarien herausgelesen werden. Aus den Extremwerten täglicher maximaler 1-Sekunden Windgeschwindigkeiten an 55 Messstationen in der Schweiz im Zeitraum 1981-2007 wurde eine Klimatologie maximaler Windböen erstellt. Die Böengeschwindigkeiten wurden für Wiederkehrperioden von 0.5 – 200 Jahren abgeschätzt.

### 3.4.7 Hagel

Bei ungefähr 10% der Gewitter tritt Hagel auf. Form und Grösse der Eiskörner sowie Art und Intensität der Hageleinwirkung werden beeinflusst durch das Klima, die Topographie und die Windverhältnisse. Zur Abschätzung der zu erwartenden Intensitäten wurden historische Daten ausgewertet. Die Intensität ist an die Hagelkorngrosse gekoppelt (1 – 4 cm Durchmesser), welche beim Aufprall eine bestimmte Energie aufweisen [kJ]. Die Intensitätskarten sind für Szenarien mit einer Jährlichkeit von 5, 10, 20, 50, 100 und 300 ausgeschieden (Abbildung 4). Wie beim Sturm wirkt auch die Gefährdung durch Hagel flächendeckend.

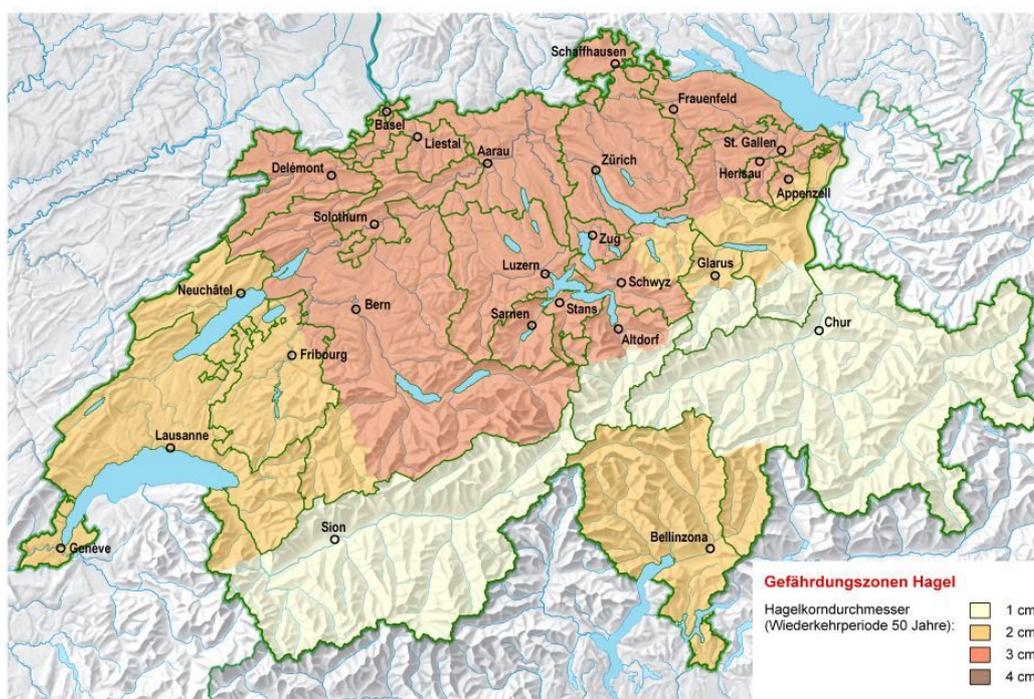


Abbildung 4: Karte der Gefährdungszonen für Hagel für die Wiederkehrperiode 50 Jahre.  
Quelle: VKF.

Für die Gefahrenbeurteilung am Einzelobjekt können folgende Grundlagen herangezogen werden:

- Hagelregister des VKF
- Synthesebericht VKF: Elementarschutzregister Hagel

Die schädigende Einwirkung wird über die Energie des Hagelkorns definiert (Einheit: kJ). Der Unterscheidung verschiedener Szenarien werden verschiedene Hagelkorndurchmesser zu Grunde.

Als Szenarien werden ein 20-, 50-, 100- und ein 300-jährliches Ereignis unterschieden.

### 3.5 Beurteilung Gebäude (Expositionsanalyse) und Schadenbestimmung im Ausgangszustand

In diesem Schritt werden die potentiell gefährdeten Gebäude hinsichtlich Lage, Art, Nutzung und Wert quantitativ beschrieben. Die Beurteilung der versicherten Gebäudeteile erfolgt zum Neuwert. Der Neuwert der einzelnen Raumeinheiten soll nach Möglichkeit anhand der Grundlagen für Gebäudeschätzungen pro betroffenes Stockwerk mit Flächen- bzw. Volumenangaben quantifiziert werden.

Die Bestimmung des potentiellen Schadens pro Szenario erfolgt durch den Schadensschätzer anhand eines Schadenformulars der KGV, jedoch soll zusätzlicher Raum die Möglichkeit für weitere, eigene Kriterien des Benutzers zulassen. Der Schadensschätzer resp. die KGV soll sich dabei auch auf die eigenen Erfahrungen berufen.

Der Schaden im Eintrittsszenario ist gemäss den vorhandenen Unterlagen/Abklärungen abzuschätzen. Das Gesamtergebnis wird von dieser Einschätzung stark beeinflusst, da insbesondere die häufigen Szenarien einen massgeblichen Einfluss auf das Gesamtrisiko haben können.

#### 3.5.1 Hochwasser/Oberflächenwasser

Beim Prozess Hochwasser werden primär die Eintrittsstellen des Gebäudes und die betroffenen Stockwerke / Räume hinsichtlich ihres Schadenpotentials beurteilt.

#### Beurteilung Bauwerkseigenschaften

Art des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Höhen der Einlaufschwelle am Gebäude über Geländehöhe (Türen, Fenster)</li> <li>• Keller (Fenster, Lichtschächte) oder Untergeschosse unter Geländeoberkante vorhanden</li> <li>• Geringe Höhe des Parterregeschosses über Geländehöhe</li> <li>• Geringe Auftriebssicherheit des Gebäudes</li> <li>• Unzureichende Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit, nicht drückendes und drückendes Wasser; undichte Fugen.</li> </ul>
Nutzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochwertige Nutzungen in überflutungsgefährdeten Gebäudeteilen wie Büroräume, Rechenzentren, Versorgungseinrichtungen, Wohnräume, Produktions- und Lagerräume, etc.</li> <li>• Fest eingebaute Einrichtungen in überflutungsgefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>

	deteilen, die nicht oder nur schwer entfernt werden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerung wassergefährdender Stoffe in gefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserempfindliche Bau- und Ausbaumaterialien in gefährdeten Gebäudeteilen (Aussenwände, Keller (Wände oder Böden), Dach)</li> </ul>
Versorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver- und Entsorgungseinrichtungen sind nicht hochwassersicher installiert (Wasser, Abwasser (Kanalisation), Strom, Kommunikation, Heizung, Klima, etc.)</li> </ul>
Vorwarnung und Schutzeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine oder geringe Vorwarnzeiten</li> <li>• Möglichkeiten zum Verschluss von Einlauföffnungen, Rückstauklappen etc. sind nicht vorhanden</li> </ul>

In Anlehnung an BBR 2010

Neben den Eintrittsstellen werden zudem die Innenräume bewertet, dazu wird das Gebäude in Raumeinheiten und Stockwerke gegliedert. Somit kann beurteilt werden, welche Räume bzw. Stockwerke betroffen sind. Schäden können am Gebäude (Bausubstanz) selbst, an den festen Einrichtungen (Heizung etc.) und an beweglichen Einrichtungen (Möbel etc.) auftreten.

### Schadenbestimmung

Durch Hochwasser sind meist nur die bodennahen Bereiche eines Gebäudes betroffen. Es ist entscheidend ob das Wasser ins Gebäude eindringen kann oder nicht. Schwere Schäden an der Struktur bis zum Totalschaden können auch durch seitliche Unterspülung entstehen. Überschwemmungsschaden betrifft vor allem den Keller und das Erdgeschoss, allenfalls auch den 1. Stock. Die Schäden werden zudem von der Dauer der Überschwemmung und der Trocknung beeinflusst. Erfahrungsgemäss verursachen gerade die Trocknungskosten einen grossen Anteil der Kosten. Übrige Schadensschwerpunkte umfassen z.B. Reinigungsarbeiten, haustechnische Einrichtungen (Heizung, Lüftung, etc.), Schreinerarbeiten (Holzböden, Türen, Küchen, etc.) oder Unterlagsböden. Eine detaillierte Schadensschätzung ist durch den Schätzer vorzunehmen.

Die Werte können dem Versicherungsdossier entnommen werden oder können anhand bekannter  $m^3$ -Werten abgeschätzt werden. Zusätzlich kann (in eingeschränkter Weise) auf das HWV-Tool (**Haus-Wasser-Verletzlichkeit**) zurückgegriffen werden. Dabei handelt es sich um ein Analysemodul der Verletzlichkeit von Gebäuden bei Überschwemmungen und Risikominderung. Das Tool ist jedoch auf bestimmte Gebäude beschränkt und findet Verwendung bei Ein- bis Dreifamilienhäusern mit Garage, wobei das Schadenausmass am Gebäude auf zwei Geschosse begrenzt ist. Im Tool sind Kosten für Massnahmen und Bauteile sowie weitere Annahmen der Kostenrechnung aufgeführt, die als Anhaltspunkt für eine detaillierte Schadensschätzung verwendet werden können.

### 3.5.2 Sturz, Lawine, Hangmure, Murgang, Rutschung

Beim Prozess Sturz sind primär die Tragstruktur und die Eintrittsstellen massgebend.

### Beurteilung Bauwerkseigenschaften Sturz

Art des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eintrittsstellen auf der Bergseite</li> <li>• Empfindliche Gebäudehülle (insbesondere Dach)</li> </ul>
Nutzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochwertige Nutzungen in gefährdeten Gebäudeteilen mit hoher Präsenz von Personen (Büro- oder Wohnräume) sowie Rechenzentren, Versorgungseinrichtungen, Produktions- und Lagerräume, etc.</li> </ul>
Tragstruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude mit ungenügend bemessenem Tragwerk ohne Dämpfungsschicht</li> </ul>
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckempfindliche Bau- und Ausbaumaterialien in gefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>

Für die Prozesse Lawine, Hangmure (spontane Rutschung), und Murgang sind ebenfalls die Tragstruktur und Eintrittsstellen massgebend.

### Beurteilung Bauwerkseigenschaften Lawine, Hangmure, Murgang

Art des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Höhen der Einlaufschwelle am Gebäude über Geländehöhe</li> <li>• Keller oder Untergeschosse unter Geländeoberkante vorhanden</li> <li>• Geringe Höhe des Parterregeschosses über Geländehöhe</li> <li>• Unzureichende Bauwerksabdichtung gegen nicht drückendes und drückendes Wasser</li> <li>• Ungeschützte Öffnungen (z.B. Fenster, Eingangstüren)</li> <li>• Ungünstige Gebäudegeometrie (z.B. einspringende Ecken gegen Prozess oder vorstehende Dachauskragungen)</li> </ul>
Nutzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochwertige Nutzungen in gefährdeten Gebäudeteilen wie Büroräume, Rechenzentren, Versorgungseinrichtungen, Wohnräume, Produktions- und Lagerräume, etc.</li> <li>• Lagerung wassergefährdender Stoffe in gefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>
Tragstruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude mit ungenügend bemessenem Tragwerk (z.B. keine Berücksichtigung von Horizontallasten)</li> </ul>
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser-, nässe-, schmutzempfindliche Bau- und Ausbaumaterialien in gefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>
Versorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver- und Entsorgungseinrichtungen sind nicht gefahrenangepasst installiert (Wasser, Abwasser, Strom, Kommunikation, Heizung, Klima, etc.)</li> </ul>
Vorwarnung und Schutzeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine oder beschränkte Vorwarnzeiten (Lawinen)</li> <li>• Möglichkeiten zum Verschluss von Einlauföffnungen, Rückstauklappen etc. sind nicht vorhanden</li> </ul>

Für permanente Rutschungen können keine OSM im Sinne wie bei den anderen Prozessen definiert werden. Sofern sich das Gebäude nicht im Bereich der differenziellen Bewegungen befindet, können z.B. starre Bodenplatten oder bewegliche Anschlüsse und Ableitungen (s.a. Grindelwald) installiert werden.

### Schadenbestimmung

Die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit soll sich auf die Tragstruktur konzentrieren. Im günstigen Fall liegen bestehende statische Nachweise vor, welche die der Bemessung des Tragwerkes zugrundeliegende Einwirkungen darlegen. Liegen die Intensitäten der betrachteten Szenarien unterhalb der Lastannahmen der Bemessung, so kann ein genügender Widerstand des Tragwerkes angenommen werden. Andernfalls ist mit dem Versagen des Tragwerkes zu rechnen. In einem solchen Fall dringen die Schnee- oder Geröllmassen oder Sturzblöcke in das Gebäude ein. Ein Eindringen ist ebenfalls über Tür- und Fensteröffnungen möglich. Die Schadensätzung erfolgt anhand der vorliegenden Versicherungswerte und dem Schadenbild gemäss den oben erwähnten Abklärungen.

Die üblichen Schadensschwerpunkte lassen wie folgt zusammenfassen:

- Aussenwände: Die Schadensschwerpunkte hängen direkt von den Intensitäten der Prozesse Lawine, Hangmure, Murgang und Sturz ab. Bei starken Intensitäten werden nicht speziell armierte Aussenwände durch diese Prozesse zerstört, d.h. es werden Löcher in die Wände geschlagen. Bei mittlerer oder schwacher Intensität können Aussenwände stark beschädigt bzw. beeinträchtigt werden.
- Tragwerk: Tragende Wände und/oder Stützen können bei starker Intensität zerstört werden. Bei mittlerer und schwacher Intensität können Schäden auftreten.
- Gebäudeöffnungen: Ungeschützte Gebäudeöffnungen wie Türen oder Fenster können bereits bei schwachen Intensitäten aufgebrochen werden, was zu Ablagerungen in den jeweiligen Räumen führen kann.
- Dach: Staublawinen mit schwachen bis mittleren Intensitäten können starke Schäden am Dach verursachen.

### 3.5.3 Sturm

Von Sturm betroffene Gebäude werden hinsichtlich Gebäudehülle sowie den Eintrittsstellen beurteilt. Für das Dach und die Fassade sind pro Bauteilkategorie (Ziegel, Rollläden etc.) Fläche und Material zu bestimmen und zu bewerten; es liegen keine Basiswerte vor. Von möglichen Folgeschäden betroffene Innenräume werden zusätzlich beurteilt und bewertet. Zu beachten ist, dass die Innenräume nicht nur von Wind, sondern auch von Regenwasser beschädigt werden können.

#### Beurteilung Bauwerkseigenschaften

Art des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungsanfällige Bauwerke</li> <li>• Bauwerke mit vorübergehenden Zuständen (im Bau bzw. Umbau)</li> <li>• Bauwerke mit ungünstigen Betriebszuständen (nicht verschlossene Gebäudeöffnungen)</li> </ul>
Höhe des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudehöhen über 25 m</li> </ul>
Größe, Form und Art der äußeren Gebäudehülle bzw. der Wandsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark strukturierte Außenwand- und Dachflächen, beispielsweise große Auskragungen, Vordächer, große Dachüberstände, Sonnenschutzsysteme, Antennen, Kaminaufbauten, Masten, Lichtkuppeln, Dachdurchdringungen, Solarmodule</li> <li>• Hohe Winddurchlässigkeit der Gebäudehülle</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Außen liegende Bauteile und -konstruktionen mit geringem Eigengewicht</li> </ul>
Dachform, Dachneigung, Deckunterlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr hohe Dachneigung: hohe Sogkräfte im Leebereich</li> <li>• Geringe Dachneigung bzw. Flachdach: bei geringen Dachneigungen Wechsel zwischen Druck und Sog möglich, wechselnde Beanspruchung der Befestigungen, hohe Sogkräfte im Lee von Kanten</li> <li>• Warmdach und Umkehrdach: Mangelnde Befestigung der Dachhaut bzw. der Abdeckbleche im Dachrandbereich</li> <li>• Kaltdächer: Erhöhte Windangriffsfahr durch Zuluftöffnungen und Dachüberstand. Zu leichte Ausführung der Tragkonstruktion des Daches, unzureichende Verankerung auf der Tragschicht</li> <li>• Durchsturzgefährdete Dacheindeckungen</li> <li>• Schadhafte Entwässerungsanlagen/Dachhaut, Befestigungen bieten Angriffspunkte für Sturm</li> <li>• Fehlende Sicherheitseinrichtungen für Kontrolle und Reparatur der Dächer (Sicherheitshaken)</li> </ul>
Deckmaterial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großflächige Bauelemente können sich verformen oder brechen, Einsturzgefahr, Lösen (Abreißen, Ausziehen oder Überkröpfen) der Verbindungen bei nicht ausreichender Bemessung</li> <li>• Großflächige Wellplatten sind bei Windangriff schwingungsanfällig, hohe Belastung auf die Befestigungen</li> <li>• Bei Kupfer-, Zink- und Bleieindeckungen ist wegen des geringen Eigengewichts die Qualität der Verankerung auf der Unterkonstruktion der maßgebliche Risikofaktor</li> <li>• Hartbedachungen (Dachziegel, Schiefer, Dachsteine) sind im Allgemeinen sturmsicherer als Dichtungsbahnen</li> </ul>
Fassaden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekleidete Wandsysteme</li> <li>• Großflächige Fassadenverglasungen</li> <li>• Bauelemente und Bauteile, die in die Fassade eingebaut sind</li> </ul>

In Anlehnung an BBR 2010

### Schadenbestimmung

Schäden entstehen v. a. an den Dächern und Lamellenstoren, weniger häufig an der Fassade. Beim Sturm Lothar war bei 95% der beschädigten Gebäude die Schadenssumme kleiner als 1% der Versicherungssumme, bei weniger als 1% der beschädigten Gebäude überstieg die Schadenssumme 5% des Versicherungswerts. Hauptursache für Schadenfälle sind einzelne, meist exponierte Elemente des Daches und der Fassade, die den Sogkräften nicht standhalten können und mitgerissen werden (z.B. Dachdeckungen, Lamellenstoren). Mögliche Folgeschäden von Innenräumen sind einzuberechnen; dabei gilt es zu beachten, dass die Schäden auch von Regenwasser verursacht werden können, was meist schwieriger und kostspieliger ist als vom Sturm verursachte Schäden. Eine detaillierte Schadensschätzung ist durch den Schätzer vorzunehmen.

#### 3.5.4 Hagel

Bei von Hagel betroffenen Gebäuden wird primär die Gebäudehülle beurteilt. Strukturelle oder Tragwerksschäden sind bei Hagel die Ausnahme. Für das Dach und die Fassade sind pro Bau-

teilkategorie (Ziegel, Rollläden etc.) Fläche und Material zu bestimmen und zu bewerten; es liegen keine Basiswerte vor. Von möglichen Folgeschäden betroffene Innenräume werden zusätzlich beurteilt und bewertet.

### Bestimmung Bauwerkseigenschaften

Art des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude mit hohem Anteil an Glasflächen und Sonnenschutzvorrichtungen und Energieerzeugungsanlagen</li> <li>• Gebäude ohne Vordächer mit exponierter Fassade</li> <li>• Bauwerke mit ungünstigen Betriebszuständen (nicht verschlossene Gebäudeöffnungen)</li> </ul>
Nutzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochwertige Nutzungen bei Gebäudeteilen, die durch Wassereintritt bei beschädigten Dächern und Fenstern gefährdet sind</li> </ul>
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser- und hagelempfindliche Bau- und Ausbaumaterialien in gefährdeten Gebäudeteilen</li> </ul>
Gebäudehülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hagelschlagempfindliche Materialien von Dach und Fassade wie Metall- und teilweise Kunststoffelemente</li> <li>• Medienfassaden, Membranen und nanotechnische Beschichtungen</li> </ul>
Vorwarnung und Schutzeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine oder geringe Vorwarnzeiten</li> <li>• Möglichkeiten zum Verschluss von Einlauföffnungen, Rückstauklappen etc. sind nicht vorhanden</li> <li>• Verstopfung von Leitungen durch Hagelkörner oder abgerissene Pflanzenteile und daraus resultierende Überflutung</li> <li>• Auf Dächern akkumulierte Hagelkörner</li> <li>• Einstau des Daches wegen behindertem Dachabfluss</li> </ul>

### Schadenbestimmung

Durch Hagel wird in erster Linie die Gebäudehülle beschädigt. Anhand von drei Grossereignissen im Kanton Zürich konnte abgeschätzt werden, dass die Schadensumme pro Gebäude durchschnittlich CHF 5000.- beträgt. Ca. 80% der Schäden betreffen Lamellenstoren und Rollläden, weitere 15% Farbabplatzungen und Dachschäden, die restlichen 5% machen alle übrigen Schäden aus. Weitere Schadensschwerpunkte betreffen Spenglerarbeiten, Dachdeckungen, dünne Verglasungen (älteren Baujahres) oder Kunststoffbauteile.

Als Grundlage zur Bestimmung der Schadenempfindlichkeit durch Hagel dient das Hagelregister. Dort ist ersichtlich, bis zu welcher Hagelkorngrösse ein Bauteil intakt bleibt, resp. ab welcher Grösse ein Schaden eintritt. Eine detaillierte Schadensschätzung ist durch den Schätzer vorzunehmen.

#### 3.5.5 Beurteilung zusätzlich gefährdete Werte durch Vermeidung von KGV nicht versicherten Schäden

Zusätzlich zu den Schäden an der Gebäudestruktur sollen auch folgende Aspekte beurteilt werden:

- Gefährdung von Personen

- Betriebliche Einrichtungen – dazu gehören Einrichtungen, die in gewerblichen und industriellen Betrieben der Leistungserstellung dienen und fest mit dem Gebäude verbunden sind, z. B. Küche eines Restaurants.
- Fahrhabe (Mobiliar) – bewegliche Gegenstände wie Möbel, Teppiche, Haushaltsgegenstände
- Zugehör – bewegliche Gegenstände, die dauernd in eine Verbindung zu dem Grundstück, dem sie dienen sollen, verbracht wurden, z. B. Hotelmöbel.
- Mietausfall
- Betriebsunterbrechung
- Umgebung

Die Bestimmung des Personenrisikos kann anhand bestehender Methoden quantitativ ermittelt werden (RIKO, EconoMe). Die quantitative Ermittlung der übrigen Zusatznutzen soll sich analog der oben beschriebenen Stufe 2 jeweils an den tatsächlichen Werten und ihrer Verletzlichkeit orientieren.

Die Verhinderung dieser bei den KGV nicht versicherten Schäden stellt einen Zusatznutzen der OSM dar und sollte nach Möglichkeit quantifiziert werden. Unter Einbezug dieses Zusatznutzens lässt sich ein zweites NK-Verhältnis berechnen (NK-Verhältnis mit Zusatznutzen), welches dem NK-Verhältnis ohne Einbezug des Zusatznutzens gegenüber gestellt werden kann.

### 3.6 Risikoberechnung im Ausgangszustand (ohne OSM)

In diesem Schritt werden die bestimmten Schäden in den einzelnen Szenarien mit der Häufigkeit verknüpft. In der Szenarienbildung wird versucht, die Szenarien zu definieren, welche maßgeblich zum Schaden beitragen (vgl. Kapitel 3.4). Im Naturgefahrenbereich wird häufig mit den (Standard-)Szenarien 30-, 100- und 300-jährlich (bzw. auch EHQ) gearbeitet, welche den Verlauf der Schadenkurve nicht immer optimal abbilden (vgl. Abbildung 5). Die bestimmten Risiken sind daher immer als eine Annäherung an die Wirklichkeit zu interpretieren, die nach oben oder unten abweichen kann.

Wichtig für die Risikobestimmung ist die Bestimmung der Schadensschwelle bzw. desjenigen Szenarios, bei dem gerade noch kein Schaden eintritt. Die Festlegung der Schadensschwelle ist für die Risikobestimmung wichtig, da sie in Bezug auf die Häufigkeit eine untere Randbedingung darstellt. Sie sollte möglichst nahe am ersten Szenario liegen. Der Schaden eines Szenarios wird mit dem Schaden des folgenden Szenarios gemittelt um den Schadensprung zwischen zwei Szenarien auszugleichen und das berechnete Risiko besser an den Verlauf der Schadenkurve anzugleichen (vgl. Abbildung 5).

In der Risikobestimmung werden die Risiken in den einzelnen Szenarien zum Gesamtrisiko aggregiert. Das Risiko wird unter der Annahme bestimmt, dass ein Ereignis mit gleicher Wahrscheinlichkeit jederzeit („morgen“ oder später) eintreten kann. Für den Nutzen gilt diese Annahme analog auch. Die Nutzungsdauer einer OSM wird nicht in die Bestimmung der Eintretenswahrscheinlichkeit einbezogen. Dieses Vorgehen ist an das gewöhnliche Vorgehen in der Naturgefahrenpraxis angelehnt und ist im Prinzip auch in den Instrumenten RiskPlan und EconoMe implementiert.

Die Häufigkeit eines Szenarios  $p_j$  berechnet sich aus der Differenz der Überschreitenswahrscheinlichkeit zweier Szenarien  $P_j$  und  $P_{j+1}$  einer Wiederkehrperiode:

$$p_j = P_j - P_{j+1} \quad (1)$$

Als untere Randbedingung ist die Jährlichkeit des Szenarios mit der Schadenschwelle relevant. Wird diesem eine Jährlichkeit von z.B. 20 Jahren zugeordnet und ist die Jährlichkeit des ersten Szenarios  $T = 30$  Jahre, dann berechnet sich die Häufigkeit mit  $P_{20}$  mit 0.05 ( $T = 20$  Jahre) und  $P_{30} = 0.033$  ( $T = 30$  Jahre) zu 0.0167. Für die folgenden Szenarien ergibt sich dann mit  $P_{30} = 0.033$  ( $T = 30$  Jahre) und  $P_{100} = 0.01$  ( $T = 100$  Jahre) eine Häufigkeit von  $p_{30} = 0.0233$ . Für die drei häufig verwendeten Szenarien 30-, 100-, und 300-jährlich mit Schadenschwelle 20-jährlich ergeben sich damit die in Tabelle 2 bezeichneten Häufigkeiten.

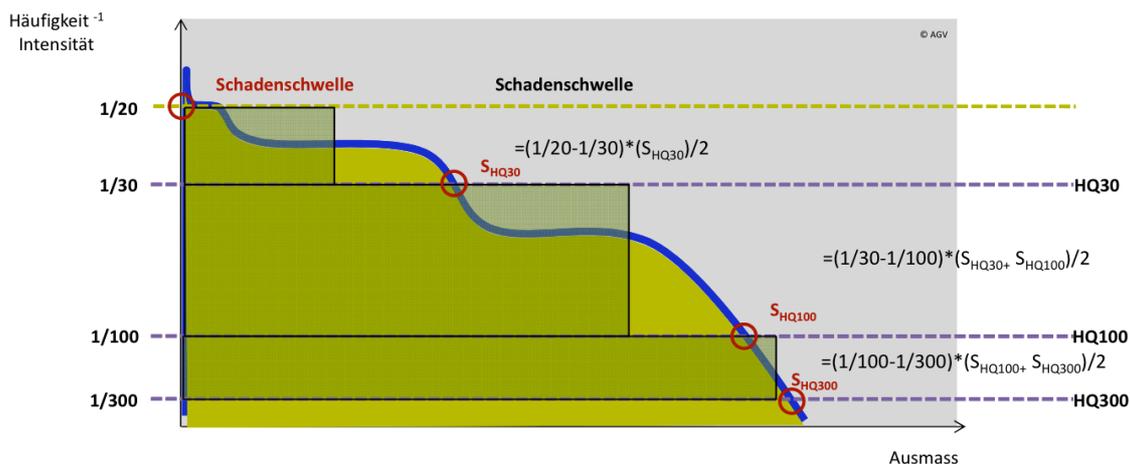


Abbildung 5: Zusammenhang Schadenkurve und Ermittlung Risiken in den gewählten Szenarien. Entscheidend für die Abgrenzung der Risiken bei den häufigen Szenarien ist die Bestimmung der Schadenschwelle. Der Schaden zwischen Schadenschwelle und erstem Szenario berechnet sich in diesem Fall mit  $p_{20} - p_{30}$  multipliziert mit dem halben Schaden des ersten Szenarios. Das Risiko für das Szenario 30 – 100 Jahre bestimmt sich aus der Differenz der Überschreitenswahrscheinlichkeiten  $P_{30}$  und  $P_{100}$  und dem Schaden ( $S_{HQ30}$ ) gemittelt mit dem folgenden Szenario ( $S_{HQ100}$ ).

Tabelle 2: Häufigkeiten der 30-, 100- und 300-jährlichen Szenarien bzw. des Szenarios zwischen Schadenschwelle und erstem Szenario.

Szenario	Bezeichnung	Häufigkeit
20-jährlich ( $T = 20 - 30$ Jahre)	$p_{20}$	0.0167
30-jährlich ( $T = 30 - 100$ Jahre)	$p_{30}$	0.0233
100-jährlich ( $T = 100 - 300$ Jahre)	$p_{100}$	0.0067
300-jährlich ( $T = 300$ Jahre)	$p_{300}$	0.0033

Wird eine andere Szenarienauswahl getroffen, ergeben sich für andere Wiederkehrintervalle entsprechend andere Häufigkeiten (z.B. für  $T = 20 - 50$  Jahre  $p_{20} = 0.05 - 0.02 = 0.030$ ).

Der Schaden in einem Szenario wird aus den Schäden der benachbarten Szenarien gemittelt:

$$A(vM)_j = \frac{A_j + A_{j+1}}{2} \quad (2)$$

wobei der Schaden von der Schadenschwelle bis zum ersten Szenario bestimmt wird mit:

$$A(vM)_j^{(\min)} = \frac{A_j}{2} \quad (3)$$

Das Risiko  $R_j$  eines Szenarios  $j$  berechnet sich als Produkt der Häufigkeit  $p_j$  dieses Szenarios und des für dieses Szenario bestimmten Schadenausmasses  $A_j$ :

$$R(vM)_j = p_j \cdot A(vM)_j \quad [\text{CHF/a}] \quad (4)$$

Das gesamte Risiko über alle betrachteten Szenario ergibt sich aus der Summe der Risiken in den einzelnen Szenarien:

$$R(vM) = \sum_j R_j \quad [\text{CHF/a}] \quad (5)$$

Das berechnete Risiko  $R$  stellt den jährlichen Erwartungswert für einen Schaden am Gebäude ohne den vorgesehenen Objektschutz dar. Dieses Risiko muss durch geeignete OSM reduziert werden.

## 3.7 Massnahmen

### 3.7.1 Allgemeine Bemerkungen

#### Unterscheidung Neubauten und bestehende Baute

Während bei Neubauten eine OSM bereits mit der Baubewilligung konzipiert werden muss, ist bei bestehenden Bauten eine nachträgliche Erstellung von Schutzmassnahmen oft mit erheblichen Problemen vor allem bezüglich Platz und Erhalt der Funktionalität der Objekte behaftet.

#### Bemessung und Massnahmenziel Gebäudeschutz

Die Bemessungen für die einzelnen Prozesse und die Art der Schutzsysteme werden in der Regel durch den Stand der Technik (Normen) vorgegeben und von den Kantonen oder in den kommunalen Bau- und Zonenreglementen vorgeschrieben oder es wird auf die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren verwiesen. Das Massnahmenziel für Gebäudeschutz vor gravitativen Naturgefahren variiert in der Schweiz zwischen 100 – 300-jährlichen Ereignissen. Bei bestehenden Bauten ist es i. d. R. tiefer als bei Neubauten. Allerdings sollte überprüft werden, ob diese Vorgabe im Verhältnis zur Dimensionierung von Schutzmassnahmen im Flächenschutz steht, welche durch die öffentliche Hand finanziert werden. Häufig sind diese Massnahmen nur auf ein 100-jährliches Ereignis dimensioniert; nur neuere Massnahmen müssen den Überlastfall einbeziehen. Beim Hagel wird ein Massnahmenziel von 50-jährlichen Ereignissen angestrebt. Beim Sturm richtet sich die Bemessung nach SIA 261, welche ebenfalls bei einem 50-jährlichen Ereignis liegt, mit allen Sicherheitszuschlägen jedoch bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine Wiederkehrperiode von ca. 100 - 200 Jahren schützt.

### **Massnahmen permanent/automatisch oder teilmobil**

Die Prozesse haben unterschiedliche Vorwarnzeiten. Diese sind bei der Massnahmenwahl zu berücksichtigen:

- Prozesse mit einer gewissen Vorwarnzeit: Rutschungen/Hangmuren, Wasserprozesse, Schneeprozesse
- Prozesse ohne oder nur teilweiser Vorwarnung: Sturzprozesse

Die Sturzprozesse sind diejenigen Prozesse, bei welchen in der Regel keine oder nur sehr kurze Vorwarnung besteht. Hier sollten die Massnahmen permanent bis zur Dimensionierungsvorgabe ausgeführt werden.

Die übrigen Prozesse haben unterschiedliche Vorwarnzeiten infolge der Wetterentwicklung mit starken Regen- oder Schneefällen. Hier besteht in den meisten Fällen eine gewisse Reaktionszeit, um den Schutz zu erhöhen.

Wichtig ist, dass teilmobile Massnahmen auch innert der erforderlichen Zeit montiert werden können. Eine rechtzeitige Einrichtung der organisatorischen Massnahmen (organisatorisch hohe Ansprüche an alle Akteure). Die AGV hat dazu eine einfache Beurteilungsgrundlage geschaffen, mit der eine teilmobile Massnahme nach

- Alarmsicherheit
- Einsatzsicherheit, und
- Zeitreserven

beurteilt werden kann. In die Gesamtbeurteilung geht die Mindestzuverlässigkeit aus allen drei Bereichen ein. Gerade bei mobilen Massnahmen spielt der Unterhalt eine wichtige Rolle bei der Sicherstellung der Zuverlässigkeit. Die Gewährleistung des nötigen Unterhalts hat eine wesentliche Bedeutung für die Wirksamkeit einer Massnahme. Die Versagenswahrscheinlichkeit einer teilmobilen Massnahme muss abgeschätzt und als Faktor bei der Bestimmung des Risikos nach Massnahme berücksichtigt werden (z.B. Verminderung Schaden (Wirksamkeit) in einem Szenario um 95% bei 5% Versagenswahrscheinlichkeit)<sup>3</sup>.

Der Kanton Nidwalden löst dies beispielsweise dahingehend, dass bis zum 100-jährlichen Ereignis bei der Seeüberflutung ein permanenter Schutz erstellt werden muss und bis zum 300-jährlichen Ereignis mit mobilem Objektschutz gearbeitet werden darf. Der mobile Objektschutz muss aber vor Ort gelagert und die Montage muss innert Kürze möglich sein. Bei Ferienhäusern muss bedacht werden, dass nicht immer Personen anwesend sind, welche Massnahmen ergreifen und das Objekt dann auch schützen können. Es muss darauf geachtet werden, dass Einsatzkräfte, wie z.B. die Feuerwehr, im Ereignisfall nicht mit der Montage von OSM belastet werden.

### **Keine erhöhte Gefährdung durch den Bau selbst und keine Gefährdung Dritter**

Die Gefahrenkarten gehen vom natürlichen Istzustand aus. In der Praxis wird oft festgestellt, dass durch eine OSM selbst die Gefährdung für Dritte erhöht wird, z.B. durch Schaffen eines Stauraumes hinter dem Haus oder Umlenken des gefährlichen Prozesses zu andern Objekten. Bei Verbauungen in Hanglagen zum Beispiel, welche Wasser und Hangmurenprozesse auffangen und umleiten, führt jedes Bauwerk zu einer Veränderung oder Verkleinerung des Prozess-

<sup>3</sup> Eine Methodik zur Beurteilung der Verlässlichkeit von Warn- und Alarmsystemen wird gegenwärtig am SLF in Zusammenarbeit mit dem BABS erarbeitet. Die Ergebnisse werden 2014 erwartet und können dann auf diese Methodik übertragen werden.

raumes und damit in den verbleibenden Durchgängen oft zu erhöhten Intensitäten. Diese Aspekte müssen bei der Erstellung von OSM unbedingt berücksichtigt werden.

### **Wirksamkeit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit**

Die Wirksamkeit von Schutzmassnahmen muss über die gesamte Lebensdauer des zu schützenden Bauwerkes gegeben sein. Die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit sollte durch den ausführenden Fachmann/Ingenieur nachgewiesen werden (vgl. auch Kapitel 3.8). Die geforderte Lebensdauer, kann meist durch den kontinuierlichen Unterhalt der Schutzbauten erreicht werden.<sup>4</sup> Verschiedene Kantone berücksichtigen Schutzbauten von Privaten daher nicht in der Gefahrenkarte; das Gebäude bleibt in der entsprechenden Gefahrenzone (d.h. es findet kein Umzonung statt). Die Gefährdung wird im Grundbuch eingetragen und die Nutzung nur unter der Bedingung des Unterhalts der Schutzbauten gewährt. Damit wird erreicht, dass ein Neukäufer über die Gefährdung im Bilde ist und sich der Pflicht zum Unterhalt der Schutzbauten bewusst ist (vgl. auch ZGB, Art 660b, Abs. 3 „Die Zugehörigkeit eines Grundstücks zu einem solchen Gebiet [*Anm. Verfasser:* Gebäude mit dauernden Bodenverschiebungen] ist in geeigneter Weise den Beteiligten mitzuteilen und im Grundbuch anzumerken“).

### **3.7.2 Hochwasser/Oberflächenwasser**

Diese Auswahl lehnt sich an die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren an (Egli, 2005). Da für die einzelnen Prozesse nur eine grobe Übersicht gegeben wird, wird für weitere Details auf die Wegleitung verwiesen.

#### **Massnahmen**

- **Konzeptionelle Massnahmen** – dabei ist die Wahl der Vorkehrungen (permanent oder temporär), die Nutzung der Innenräume und die Lage des Erdgeschosses und deren Öffnungen wichtig. Ebenfalls wichtig sind die Wahl des Innenausbau, das Konzept der Versorgungseinrichtungen, die Verankerung von Öltanks, der Rückstauschutz der Kanalisation, ein Fluchtwegkonzept und die Massnahmen an Aufzuganlagen.
- **Abdichtungs- und Verstärkungsmassnahmen** – durch permanenten, automatischen oder teilmobilen Schutz von Öffnungen, Abdichten der Gebäudehülle und Kolkenschutz von Fundamenten.
- **Abschirmungsmassnahmen** – durch Erhöhung der Anordnung und mittels Schutzdämme oder Schutzmauern.

#### **Wirksamkeit permanenter Massnahmen**

Die Beurteilung der Wirksamkeit hängt von verschiedenen Faktoren wie Fliesshöhe und Fliessgeschwindigkeit ab. Für eine exakte Bemessung und Einschätzung der Wirksamkeit von Objektschutzmassnahmen muss eine punktuelle Gefahrenabklärung vorliegen. Da eine solche punktuelle Gefahrenabklärung in der Regel als zu aufwändig erachtet wird, wird auf die Anforderungen in der Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren (Egli, 2005) verwiesen. Die Wirksamkeit permanenter Massnahme hängt massgeblich von der angepassten Wahl

---

<sup>4</sup> Anmerkung: Wenn ein Haus verkauft wird, sollte der Verkäufer oder die Verkäuferin angewiesen werden, die wertvermindernde Information bezüglich der OSM dem Neukäufer mitzuteilen und ihn darauf hinzuweisen, die OSM zu unterhalten.

der Materialien und der richtigen Dimensionierung ab. Sind die Massnahmen sachgerecht nach dem Stand der Technik ausgeführt und durch Prüfindenieure oder Schadenexperten abgenommen, kann bis zum Bemessungsereignis von einer 100%-igen Wirksamkeit ausgegangen werden. Eine weitere Voraussetzung für die Wirksamkeit ist eine regelmässige Überprüfung auf etwaige Schäden (Unterhalt). Für den Überlastfall muss eine reduzierte Wirkung angenommen werden, welche im Zuge der Gefahrenbeurteilung gutachtlich beurteilt werden muss. Eine pragmatische Abschätzung der Wirksamkeit ist in Tabelle 3 gegeben.

*Tabelle 3: Grobe Abschätzung der Wirksamkeit eines Objektschutzes gegen Hochwasser.*

	<b>Wiederkehrdauer des zu untersuchenden Szenario = <math>T_S</math>; Wiederkehrdauer Bemessungsszenario = <math>T_B</math></b>	<b>Wirksamkeit</b>
Fall 1	$T_S \leq T_B$	100%
Fall 2	$T_S > T_B$	0%

Bei Überschreiten des Bemessungsereignisses können, je nach Schutzmassnahme, noch verschiedene Restarbeiten verbleiben, wie z.B. Reinigungsarbeiten.

Beim hier aufgezeigten Vorgehen sind speziell die folgenden Punkte zu beachten:

- Das Vorgehen ist für temporäre Massnahmen nicht gültig,
- bei sehr grossem Schadenpotential oder komplexen Objekten ist eine vertiefte Untersuchung der Bemessungsparameter und der Wirksamkeit erforderlich, und
- Bautätigkeiten in der Umgebung des zu untersuchenden Objektschutzes können die Intensitäten verändern. Falls erforderlich ist die parzellenscharfe Gültigkeit der Intensitätskarte zu überprüfen.

### **Wirksamkeit temporärer Massnahmen**

Für die Wirksamkeit temporärer Massnahmen sind zwei Faktoren entscheidend. Erstens muss die Vorwarnzeit ausreichend lang bemessen sein, so dass die teilmobilen oder mobilen Massnahmen rechtzeitig vor dem Ereignis installiert werden können. Dazu sind entsprechende logistische Vorbereitungen und Übungen der Einsatzkräfte notwendig. Zweitens ist entscheidend, dass die Massnahme den Erfordernissen entsprechend richtig gewählt und für das Bemessungsereignis ausreichend dimensioniert ist. Die reduzierte Wirkung beim Überlastfall muss wie bei den permanenten Massnahmen gutachterlich beurteilt werden. Ebenso muss durch regelmässige Überprüfungen (Unterhalt) sichergestellt werden, dass die Massnahme im Ereignisfall einsatzbereit ist.

#### **3.7.3 Sturz**

Diese Auswahl lehnt sich an die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren an (Egli, 2005). Da für die einzelnen Prozesse nur eine grobe Übersicht gegeben wird, wird für weitere Details auf die Wegleitung verwiesen.

### Massnahmen

- **Konzeption von Baute und Umgebung** – dabei sind ebenfalls die Einpassung der Baute im Terrain, deren Formgestalt, das statische Konzept der Baute sowie das Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume und der Ort der Öffnungen wichtig.
- **Verschalungs- und Verstärkungsmassnahmen an der Struktur der Baute** – Verschalung, Anschüttung/Verstärkung von Wänden, Schutz von Öffnungen und Verstärkung/Überschüttung von Dächern.
- **Abschirmungsmassnahmen ausserhalb der Baute** – durch Auffangdämme /Auffangmauern, Drahtseilnetze, nahtlose Anpassung ans Terrain (Ebenhöch) und Stabilisierungen von Sturzquellen.

### Wirksamkeit

- Die Beurteilung der Wirksamkeit hängt von verschiedenen Faktoren wie Impaktenergie, Impakthöhe und Aufprallwinkel ab. Punktlasten und die Druckverteilung am Objekt können nur mit detaillierten Analysen bestimmt werden. Für eine exakte Bemessung und Einschätzung der Wirksamkeit von Objektschutzmassnahmen muss eine punktuelle Gefahrenabklärung mit 2D-Modellierungen vorliegen. Da eine solche punktuelle Gefahrenabklärung in der Regel als zu aufwändig erachtet wird, kann die der Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren (Egli, 2005) mit der vorgegebenen Tabelle S. 91, die den Bezug Blockgrösse, Fallhöhe und Sturzenergie angibt, verwendet werden. Dieses pragmatische Vorgehen birgt die Gefahr einer tendenziellen Überschätzung der Situation, da in den meisten Fällen kein senkrechter Fall der Sturzkomponenten vorliegt

#### 3.7.4 Lawine

Diese Auswahl lehnt sich an die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren an (Egli, 2005). Da für die einzelnen Prozesse nur eine grobe Übersicht gegeben wird, wird für weitere Details auf die Wegleitung verwiesen.

### Massnahmen

- **Konzeption von Gebäude und Umgebung** – dabei sind die Einpassung der Baute im Terrain, deren Formgestalt, das Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume und die Lage der Öffnungen im Gebäudegrundriss wichtig.
- **Verstärkungs- und Verschalungsmassnahmen an der Struktur der Baute** – durch Verstärkung und Anschüttung von Aussenwänden, Schutz von Öffnungen die den zu erwartenden Drücken angepasst sind (z.B. durch teilvorgespanntes Glas oder Prallplatten), Verstärkung und Ausbildung des Daches.
- **Abschirmungsmassnahmen ausserhalb der Baute** – durch Dämme, Spaltkeile, Gleit-schneeschutzmassnahmen (Bermentritt, verankerte Schwellen, Pfählung oder Dreibeinbock) oder durch nahtlose Anpassung ans Terrain (Ebenhöch).

### Wirksamkeit

Die Beurteilung der Wirksamkeit hängt von verschiedenen Faktoren wie Fliesshöhe, Aufprallwinkel, Punktlasten oder Druckverteilung am Objekt ab, die in den Intensitätskarten nur teilweise ersichtlich sind. Für eine exakte Bemessung und Einschätzung der Wirksamkeit von Objekt-

schutzmassnahmen müsste eine punktuelle Gefahrenabklärung vorliegen. Da eine solche punktuelle Gefahrenabklärung in der Regel als zu aufwändig erachtet wird, wird hier ein pragmatisches Vorgehen aufgezeigt, um die Wirksamkeit grob abschätzen zu können. Voraussetzung für den Einsatz dieses Vorgehen ist, dass die Bemessung und Geometrie der Massnahme den Anforderungen der Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren (Egli, 2005) entspricht. In Tabelle 4 wird die Abstufung der Wirksamkeit durch einen Vergleich des zu untersuchenden Szenarios mit dem Bemessungsszenario aufgezeigt. Wurde ein Objektschutz auf ein 100-jährliches Szenario bemessen, kann z.B. beim 30-jährlichen Szenario eine 100% Wirksamkeit erwartet werden.

*Tabelle 4: Grobe Abschätzung der Wirksamkeit eines Objektschutzes gegen Lawinen.*

	<b>Wiederkehrdauer des zu untersuchenden Szenario = <math>T_S</math>; Wiederkehrdauer Bemessungsszenario = <math>T_B</math></b>	<b>Wirksamkeit</b>
Fall 1	$T_S \leq T_B$	100%
Fall 2	$T_S > T_B$	0%

Beim hier aufgezeigten Vorgehen sind speziell die folgenden Punkte zu beachten:

- Das Vorgehen ist für temporäre und mobile Massnahmen nicht gültig,
- bei sehr grossem Schadenpotential oder komplexen Objekten ist eine vertiefte Untersuchung der Bemessungsparameter und der Wirksamkeit erforderlich, und
- Bautätigkeiten in der Umgebung des zu untersuchenden Objekteschutzes können die Intensitäten verändern. Falls erforderlich ist die parzellenscharfe Gültigkeit der Intensitätskarte zu überprüfen

### 3.7.5 Murgang

Diese Auswahl lehnt sich an die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren an (Egli, 2005). Da für die einzelnen Prozesse nur eine grobe Übersicht gegeben wird, wird für weitere Details auf die Wegleitung verwiesen.

#### Massnahmen

**Konzeption von Baute und Umgebung** – dabei sind die Einpassung der Baute im Terrain, deren Formgestalt, das Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume sowie der Ort und die Höhenlage der Öffnungen wichtig.

**Verstärkungsmassnahmen** – durch die Verstärkung von Aussenwänden (gegen Anprall von grossen Blöcken) und durch den Schutz von Öffnungen.

**Abschirmungsmassnahmen ausserhalb der Baute** – mittels Auffangdämmen, durch eine erhöhte Anordnung, durch Ablenkmauern/-dämme oder Spaltkeile.

#### Wirksamkeit

Die Beurteilung der Wirksamkeit hängt von verschiedenen Faktoren wie Fliesshöhe, Aufprallwinkel, Punktlasten oder Druckverteilung am Objekt ab, die in den Intensitätskarten nur teilwei-

se ersichtlich sind. Für eine exakte Bemessung und Einschätzung der Wirksamkeit von Objektschutzmassnahmen müsste eine punktuelle Gefahrenabklärung vorliegen. Da eine solche punktuelle Gefahrenabklärung in der Regel als zu aufwändig erachtet wird, wird hier ein pragmatisches Vorgehen aufgezeigt, um die Wirksamkeit grob abschätzen zu können. Voraussetzung für den Einsatz dieses Vorgehen ist, dass die Bemessung und Geometrie der Massnahme den Anforderungen der Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren (Egli, 2005) entspricht. In Tabelle 5 wird die Abstufung der Wirksamkeit durch einen Vergleich des zu untersuchenden Szenarios mit dem Bemessungsszenario aufgezeigt. Wurde ein Objektschutz auf ein 100-jährliches Szenario bemessen, kann z.B. beim 30-jährlichen Szenario eine 100% Wirksamkeit erwartet werden.

*Tabelle 5: Grobe Abschätzung der Wirksamkeit eines Objektschutzes gegen Murgang.*

<b>Wiederkehrdauer des zu untersuchenden Szenario = <math>T_S</math>;</b>		<b>Wirksamkeit</b>
<b>Wiederkehrdauer Bemessungsszenario = <math>T_B</math></b>		
Fall 1	$T_S \leq T_B$	100%
Fall 2	$T_S > T_B$	0% (mit Restwirkung)

Auch bei Ereignissen, die das Bemessungsereignis überschreiten, können Objektschutzmassnahmen beim Prozess Murgang noch eine reduzierte Wirkung zeigen. Eine Wirkung von 0% ist eine pessimistische Annahme, die gutachterlich überprüft werden kann.

Beim hier aufgezeigten Vorgehen sind speziell die folgenden Punkte zu beachten:

- Das Vorgehen ist für temporäre und mobile Massnahmen nicht gültig,
- bei sehr grossem Schadenpotential oder komplexen Objekten ist eine vertiefte Untersuchung der Bemessungsparameter und der Wirksamkeit erforderlich, und
- Bautätigkeiten in der Umgebung des zu untersuchenden Objektschutzes können die Intensitäten verändern. Falls erforderlich ist die parzellenscharfe Gültigkeit der Intensitätskarte zu überprüfen

### 3.7.6 Rutschung

Diese Auswahl lehnt sich an die Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren an (Egli, 2005). Da für die einzelnen Prozesse nur eine grobe Übersicht gegeben wird, wird für weitere Details auf die Wegleitung verwiesen.

#### Massnahmen

**Konzeptionelle Massnahmen** – sind vor allem die Standortwahl, ein statisches Konzept und die Foundation aber auch das Nutzungskonzept der Innenräume, der Aussenanschluss von Leitungen und das Abführen von Meteorwasser.

**Lastabtragung, Ausrichtung und Verstärkungsmassnahmen** – Lastabtragungen unter die Gleitfläche, Ausrichtung des Gebäudes durch deren Anhebung, Verstärkung von Bodenplatte und Aussenwänden.

**Stabilisierung der Rutschmasse** – mittels eingebrachten Stützelementen, durch Verminderung des Porenwasserdruckes oder mittels einer Veränderung der Topographie.

### Wirksamkeit

Für die Wirksamkeit der Massnahmen können keine generellen Angaben gemacht werden, da jede Situation ein Einzelfall darstellt.

Ohne genaue Untersuchung des lokalen Prozesses insbesondere die Gründigkeit der Rutschmassen, die Geschwindigkeit sowie die geotechnischen Eigenschaften des Materials können keine Aussagen zur Wirksamkeit von Massnahmen gemacht werden.

#### 3.7.7 Sturm

In diesem Schritt werden Massnahmen identifiziert, welche die Risiken gegen Sturm reduzieren. Grob können folgende Massnahmen unterschieden werden. Für genauere Angaben sei auf die Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren hingewiesen.

- **Konzeption von Gebäude und Umgebung** – dabei ist der topographische Gebäudestandort mit der umgebenden Bebauung / Bepflanzung wichtig, sowie die Gebäudehöhe, -ausrichtung und -form.
- **Verstärkung** – des Daches (durch Lastabtragung) sowie der Dachbedeckung (z. B. Sturmklammern bei Ziegeln), weiter der Fassaden durch Verankerung, der Fenster und Glasflächen allgemein, der Kamine, Schornsteine und Antennen mittels Abspannung, Vordächer und Garagen (-tore).
- **Abschirmung** – mittels Dachverschalungen zur Verminderung extremer Windbelastungen, Schutz von Öffnungen.
- **Massnahmen für besondere bauliche Anlagen** – dazu gehören Traglufthallen, Zelte, Gerüste, Krane, Leichtkonstruktionen, Sonnenstoren / Markisen. Diese Anlagen sind besonders anfällig für Sturmschäden.

Bei der Auswahl der Massnahmen ist auf die technische Machbarkeit und die Gebrauchstauglichkeit zu achten. „Ausschlusskriterien“ sollten dokumentiert und begründet sein. Als „Ausschlusskriterien“ gelten beispielsweise eine Nicht-Vereinbarkeit mit dem Denkmalschutz oder eine durch die Massnahme schlechte Benutzbarkeit des Gebäudes.

### Wirksamkeit

Mit der Wirksamkeit wird die Funktionalitätswahrscheinlichkeit einer Massnahme beschrieben. Die Wirksamkeit ist von der Bemessungsgrösse abhängig. Ist das Gebäude nach SIA 261 bemessen ist es vor einem 50-jährlichen Ereignis geschützt. Mit allen Sicherheitszuschlägen ist das Gebäude jedoch theoretisch bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine Wiederkehrperiode von ca. 100 - 200 Jahren geschützt.

Türen und Tore werden gemäss der Norm SIA 343 projektiert und ausgeführt, welche den Staudruck nach der Windkarte der SIA 261 ermittelt, jedoch um einen Faktor von 0.8 reduziert (Böenspitze von max. 239 km/h).

Für Fenster und Fenstertüren wiederum wird die Norm SIA 331 verwendet, bei welcher die Maximalgeschwindigkeit resp. der Staudruck noch einmal tiefer liegt (Böenspitze von max. 186 km/h).

Sonnen- und Wetterschutzanlagen werden nach der Norm SIA 342 projektiert und ausgeführt, wobei die zu widerstehenden Windgeschwindigkeiten noch tiefer liegen (Böenspitze Klasse 1

bei max. 32.5 km/h (Klasse 6: 92 km/h) für Klapp- und Rollläden und Lamellenstoren). Markisen halten gerade noch Böenspitzen Klasse 1 von maximal 28 km/h (Klasse 4: 48 km/h) aus.

Ein versicherter Sturm nach IRV hat sich dann ereignet, wenn:

- in der Umgebung eines beschädigten Objekts an einer Mehrzahl von ordnungsgemäss erstellten und unterhaltenen Gebäuden insbesondere Dächer ganz oder zum Teil abgedeckt wurden oder gesunde Bäume erheblich beschädigt wurden.
- eine Windgeschwindigkeit von mindestens 63 km/h (10-Minuten-Mittel) gemessen wurde (Beaufort 8)
- wenn Böenspitzen von mindestens 100 km/h gemessen wurden

### 3.7.8 Hagel

In diesem Schritt werden Massnahmen beschrieben, welche die Risiken gegen Hagel reduzieren. Grob können folgende Massnahmen unterschieden werden (für genauere Angaben sei auf die Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren hingewiesen).

- **Konzeption** – dazu gehören die Gewährleistung der Entwässerung um einer Verstopfung von Hagelkörnern vorzubeugen sowie eine optimale Gebäudeausrichtung.
- **Verstärkung** – des Daches und der Fassade durch geeignete Materialwahl, siehe dazu Beschreibung Hagelregister unten.
- **Abschirmung** – durch Dachüberstände / Vordächer, Schutzgitter oder Schutznetze.

#### Hagelregister

Im Online-Hagelregister der VKF sind geprüfte Baumaterialien mit ihren Hagelwiderständen (HW) aufgeführt. Der HW wird in Klassen von 1 – 5 eingeteilt. Die Klassen sind an die Hagelkorngrösse gekoppelt: Ein Bauteil mit einem HW 3 wird durch ein Hagelkorn mit Durchmesser 3 cm nicht beschädigt, jedoch mit dem nächsthöheren Durchmesser (4 cm). Aufgrund der vielfältigen Schäden werden die HW's pro Bauteilfunktion bestimmt. Bauteilfunktionen sind beispielsweise das Aussehen, die Wasserdichtheit oder die Lichtabschirmung. Ein Bauteil hat also meist mehrere HW's, da es auch meist mehrere Funktionen hat. Im Register sind die Bauteile nach Dach und Fassade getrennt und nach den verschiedenen Untergruppen (z. B. Verglasung, Ziegel) abrufbar.

Bei der Auswahl der Massnahmen ist auf die technische Machbarkeit und die Gebrauchstauglichkeit zu achten. Die Ausschlusskriterien sollten dokumentiert und begründet sein.

#### Wirksamkeit

Nach den Prüfbestimmungen der VKF auf ihren Hagelwiderstand getestete Neumaterialien weisen (bis zur erreichten HW-Klasse) eine Wirksamkeit gegen Hagelschäden von 100% auf. Zu beachten ist die Alterung und der damit abnehmende Hagelwiderstand gewisser Materialien.

Beim Prozess Hagel empfiehlt sich der Hinweis auf die Lebensdauer von Massnahmen insbesondere bei Abdeckungen aus Kunststoff vs. Glas bzw. der Hinweis auf die Schadenanfälligkeit von Lamellenstoren vs. anderen alternativen Sonnenschutzmöglichkeiten.

Alterungsanfällige Materialien sind in ihrer Wirksamkeit gegen Hagel reduziert einzustufen. So kann z.B. bei einer Lebensdauer eines Materials von 25 Jahren und einem 50-jährlichen Ereignis z.B. nur von einer 50%-igen Wirksamkeit ausgegangen werden. Des Weiteren ist bei eingeschränkter Lebensdauer eine Neuanschaffung des Produktes in die Wirtschaftlichkeitsberechnung einzubeziehen.

Volle Wirksamkeit habe jedoch Abschirmungsmassnahmen bei alternden Bauteilen.

### 3.7.9 Bestimmung der Kosten

Bei den bisherigen Tools zur Bestimmung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses für Schutzmassnahmen (z.B. EconoMe für Flächenschutzmassnahmen) werden die Kosten auf Basis der Kostenvergleichsrechnung (statische Methode der Investitionsrechnung) bestimmt. Für die vorliegende Methodik wird die Annuitätenmethode vorgeschlagen. Diese weist im Vergleich zur Kostenvergleichsrechnung zwei Unterschiede auf: Erstens liegt die Betrachtung nicht auf den Kosten, sondern auf den Ausgaben, die während der Laufzeit der OSM anfallen. Zweitens kann mit der Annuitätenmethode die zeitliche Struktur der Ausgaben berücksichtigt werden. Die Methode wird sie im Folgenden näher beschrieben.

#### Annuitätenmethode

Da die Wirtschaftlichkeit auf einer jährlichen Basis beurteilt werden soll, müssen die Ausgaben für eine OSM auf möglichst gleichmässige jährliche Werte umgelegt werden. Dies gilt insbesondere für den Investitionsbetrag, der zu Beginn der Lebensdauer einer OSM anfällt und für einen allfälligen Restwert, der am Ende der Lebensdauer der Massnahme gelöst werden kann. Es wird angenommen, dass der Investitionsbetrag über einen Kredit fremdfinanziert und bis am Ende der Lebensdauer der OSM zurückbezahlt wird. Es wird also davon ausgegangen, dass eine OSM eine endliche Lebensdauer (Laufzeit) hat. Als Grundlage für die Berechnung der jährlichen Ausgaben aus der Anfangsinvestition dient die Annuitätenmethode. Als Annuität bezeichnet man eine Sequenz von Zahlungen in gleicher Höhe, die in regelmässigen Intervallen über eine bestimmte Laufzeit anfallen. Die Annuitätenmethode wird u.a. dazu verwendet, um die jährlichen Zahlungen für die Verzinsung und Amortisation eines Kredits zu bestimmen. Im Folgenden wird von einer nachschüssigen Annuität ausgegangen; die Zahlungen werden am Ende des jeweiligen Intervalls geleistet.<sup>5</sup> Mit  $C$  sei die Annuität bezeichnet. Diese wird bestimmt mit:

$$C = \frac{I_0}{PVIFA_{R,n}} \quad (6)$$

Dabei steht  $I_0$  für den Investitionsbetrag zu Beginn der ersten Periode und  $PVIFA_{R,n}$  für den „Present Value Interest Factor“ einer Annuität:

$$PVIFA_{r,n} = \frac{1}{r} \cdot \left( 1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right) \quad (7)$$

<sup>5</sup> Bei einer vorschüssigen Annuität dagegen werden die Zahlungen zu Beginn des Intervalls geleistet.

Dabei bezeichnen  $r$  und  $n$  den nominalen Zinssatz bzw. die Laufzeit. Der nominale Zinssatz richtet sich z.B. nach dem Hypothekarzins. Wird der  $PVIFA_{r,n}$  durch 1 dividiert, erhält man den Annuitätsfaktor  $A_{r,n}$  (Kapitalwiedergewinnungsfaktor):

$$A_{r,n} = \left( \frac{1}{PVIFA_{r,n}} \right) = \frac{(1+r)^n \cdot r}{((1+r)^n - 1)} \quad (8)$$

Die Annuität  $C$  kann also auch als Produkt aus Investitionsbetrag und Annuitätsfaktor geschrieben werden:

$$C = I_0 \cdot A_{r,n} \quad (9)$$

Überdies sollen in der Berechnung der Ausgaben von OSM neben dem Investitionsbetrag auch die jährlichen Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben sowie ein möglicher Restwert berücksichtigt werden. Für die jährlichen Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben (im Folgenden als  $K_b^t, K_u^t, K_r^t$  bezeichnet, wobei  $t$  die jeweilige Periode/das Jahr kennzeichnet) kann die durchschnittliche erwartete Inflation  $\pi$  berücksichtigt werden; real bleiben die jede Periode wiederkehrenden Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben konstant ( $K_b, K_u, K_r$ ). Nachstehend die Formeln zur Berechnung der jährlichen Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben, falls die Inflation berücksichtigt wird<sup>6</sup>:

$$K_b^t = (1 + \pi)^{(t-1)} \cdot K_b \quad (10)$$

$$K_u^t = (1 + \pi)^{(t-1)} \cdot K_u \quad (11)$$

$$K_r^t = (1 + \pi)^{(t-1)} \cdot K_r \quad (12)$$

Werden diese Kosten zusammengenommen, ergibt sich:

$$K_{b,u,r}^t = (1 + \pi)^{(t-1)} \cdot (K_b + K_u + K_r) \quad (13)$$

Ein allfälliger Restbetrag  $L_n$  am Ende der Lebensdauer der OSM wird auf den Zeitpunkt  $t=0$  diskontiert. Mit  $PV$  wird der Gegenwartswert (Present Value) gekennzeichnet:

$$PV(L_n) = \frac{L_n}{(1+r)^n} \quad (14)$$

<sup>6</sup> Falls die Inflation nicht berücksichtigt wird, bleiben auch die nominalen Ausgaben für Betrieb, Unterhalt und Reparatur über die Jahre konstant.

Mit Hilfe des Annuitätsfaktors (vgl. Formel 8) kann dieser Betrag wiederum gleichmässig über die Laufzeit verteilt werden

$$L_n^t = PV(L_n) \cdot \left( \frac{1}{PVIFA_{r,n}} \right) \quad (15)$$

und damit in die Berechnung der jährlichen Ausgaben einfließen. Die Gesamtausgaben pro Jahr  $K^t$  ergeben sich als Summe aus der Annuität  $C$  des Investitionsbetrags, den jährlichen Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben  $K_{b,u,r}^t$  und abzüglich eines potenziellen Restwerts  $L_n^t$ :

$$K^t = C + K_{b,u,r}^t - L_n^t \quad (16)$$

Falls am Ende der Lebensdauer der OSM Aufwendungen für den Rückbau entstehen, wird  $L_n^t$  als Ausgabenbestandteil dazugerechnet. Die Gesamtausgaben ergeben sich demnach folgendermassen:

$$K^t = C + K_{b,u,r}^t + L_n^t \quad (17)$$

Die Inflation kann (wie oben beschrieben) bei den jährlichen Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturausgaben berücksichtigt werden. Als Basis dient das Ausgangsjahr 1. Es wird von einem nominalen Investitionsbetrag und einem nominalen, zum Zeitpunkt  $t=0$  fixierten Zinssatz ausgegangen. Die Annuität (Amortisation und Zinsen) wird dementsprechend nicht angepasst, d.h. in reale Werte umgerechnet. Die Ausgaben der OSM werden also in nominalen Werten ausgedrückt. Als Zinssatz wird der 3-monatige Libor-Zinssatz als Grundlage vorgeschlagen. Zum Zeitpunkt der Redaktion dieses Berichts liegt dieser bei rund 1.6%.

## 3.8 Schaden- und Risikobestimmung *mit* Massnahmen

### 3.8.1 Grundsätzliche Bemerkungen

Die getroffenen Massnahmen müssen so dimensioniert sein, dass sie einen Schaden bis zum Massnahmenziel abwenden. Dieses Massnahmenziel muss bei der Planung einer Massnahme zwischen dem Eigentümer des Gebäudes und der KGV vereinbart werden (s.a. Abschnitt Bemessung und Massnahmenziel Gebäudeschutz in Kapitel 3.7.1). Die Beurteilung der Wirksamkeit der Massnahmen muss für jedes Szenario einzeln erfolgen. In Anlehnung an die Methode zur Beurteilung der Wirksamkeit von Schutzmassnahmen PROTECT (Romang et al., 2009) werden Schutzmassnahmen nach den Kriterien:

- Tragsicherheit,
- Gebrauchstauglichkeit und

- Dauerhaftigkeit

beurteilt. Im Folgenden wird kurz auf diese drei Punkte eingegangen, detaillierte Ausführungen sind der Publikation PROTECT, welche von der Webseite der PLANAT heruntergeladen werden kann, zu entnehmen.

Unter der **Tragfähigkeit** versteht man die Fähigkeit einer Massnahme, gegenüber der einwirkenden Kraft einen ausreichenden Widerstand zu leisten. Dies bedeutet, die Massnahme darf unter der Einwirkung einschliesslich der einschlägig geforderten Normen (z.B. SIA-Normen) nicht versagen. Werden die einschlägigen Bestimmungen und Dimensionierungsvorgaben gemäss Wegleitung eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass die Tragfähigkeit erfüllt ist.

Unter der **Gebrauchstauglichkeit** wird die Fähigkeit einer Massnahme verstanden, die ihr zugedachte Funktionstüchtigkeit zu besitzen. Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit wird qualitativ und quantitativ beurteilt werden. Die qualitative Beurteilung kann auf Grund der Beurteilung von Konzept und Ausführung der Massnahme unter Beizug entsprechender Erfahrungswerte erfolgen. Für die quantitative Beurteilung müssen entsprechende Zahlenwerte vorliegen, wie sie z.B. aus Experimenten ermittelt wurden (z.B. Einwirkung von Hagelkörnern bestimmter Grösse auf verschiedene Materialien von Gebäudehüllen). Eine abnehmende Gebrauchstauglichkeit zeigt sich häufig erst nach einem längeren Zeitraum, z.B. durch eine Alterung der Materialien durch atmosphärische Einflüsse. Hat die Alterung einen signifikanten Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit und damit auch auf die Wirksamkeit, ist für die Beurteilung eine mittlere Wirksamkeit zu Grunde zu legen.

Die **Dauerhaftigkeit** bezeichnet die Eigenschaft einer Massnahme Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten. Wie dauerhaft eine Massnahme ist, hängt vom Typ der Massnahme, dem Standort, der Ausführung und der Häufigkeit von Einwirkungen ab. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist ein sach- und zeitgerechter Unterhalt der Massnahme.

Aus der zusammenfassenden Betrachtung aller drei Kriterien können die Zuverlässigkeit und damit die Wirksamkeit der Massnahme bestimmt werden.

Eine hohe Zuverlässigkeit ist gewährleistet, wenn alle drei Kriterien vollumfänglich erfüllt sind. Die Massnahme kann dann als voll wirksam beurteilt werden. Etwaige Überlastfälle sollten aber in die Schlussbeurteilung einbezogen werden.

Eine eingeschränkte Zuverlässigkeit ergibt aus einer reduzierten Wirkung der Massnahme entweder durch eine ungenügende Gebrauchstauglichkeit oder eine fehlende Dauerhaftigkeit. Die reduzierte Wirksamkeit ist für die jeweilige Einwirkung prozentual entsprechend zu quantifizieren.

Eine geringe Zuverlässigkeit führt zu einem Versagen der Massnahme und damit zu keinerlei schadenreduzierende Wirkung. Da OSM jedoch spezifisch auf bestimmte Dimensionierungsvorgaben konzipiert und ausgeführt werden, dürfte dieser Fall selten vorkommen.

### 3.8.2 Berechnung des Schadens mit Massnahme

Wird die Beurteilung der Massnahme für alle betrachteten Massnahmen durchgeführt kann der Schaden nach Massnahme bestimmt werden:

$$A(nM)_{i,j} = W_i \cdot (1 - \varepsilon_j) \quad [\text{CHF}] \quad (18)$$

wobei  $W_i$  der Wert des Gebäudes oder eines Teils des Gebäudes ist (z.B. Heizung) und  $\varepsilon_j$  die Wirksamkeit der OSM für das jeweilige einwirkende Szenario  $j$ . Beträgt die Wirksamkeit einer OSM z.B. 99%, so ist für  $\varepsilon_j$  der Wert 0.99 einzusetzen, der Term  $(1 - \varepsilon_j)$  und damit auch der Schaden  $A_{i,j}$  gehen gegen Null.

Der Schaden im Szenario  $j$  unter Einbezug der Massnahmen für das Gebäude ergibt sich aus der Summe über alle Gebäudeteile:

$$A(nM)_j = \sum_i A(nM)_{i,j} \quad [\text{CHF}] \quad (19)$$

### 3.8.3 Berechnung des Risikos mit Massnahme

Durch Verknüpfung der Häufigkeit der betrachteten Szenarien mit dem Schadenausmass nach Massnahmen lässt sich das Risiko unter Einbezug der Massnahmen bestimmen.

$$R(nM)_j = p_j \cdot A(nM)_j \quad [\text{CHF/a}] \quad (20)$$

$$R(nM) = \sum_j R(nM)_j \quad [\text{CHF/a}] \quad (21)$$

Die Risikoverminderung durch die OSM lässt sich damit als Differenz des Risikos im Ausgangszustand (ohne Massnahmen) und dem Risiko unter Einbezug der Massnahme bestimmen:

$$R(v) = R(vM) - R(nM) \quad [\text{CHF/a}] \quad (22)$$

### 3.8.4 Einbezug des Zusatznutzens

Wie bereits im Kapitel 3.5.5 beschrieben, kann mit einer OSM neben der Schadenverminderung für das versicherte Gebäude bzw. die versicherten Gebäudeteile auch ein weiterer Zusatznutzen ausgewiesen werden. Dieser wird fallweise je nach Objekt ganz verschieden hoch ausfallen (z.B. Betriebsausfall bei einem Industriebetrieb durch überflutete Kellerräume mit Steuerungstechnik). Soweit dies sinnvoll erscheint, sollte dieser wenn möglich quantifiziert werden und als monetarisiertes Risiko pro Jahr angegeben werden. Wenn dies belegbar und nachvollziehbar möglich ist, dann kann dieser Zusatznutzen  $ZN$  zur berechneten Risikoverminderung hinzugezählt werden, woraus sich die Risikoverminderung mit Zusatznutzen  $R(vZN)$  ergibt:

$$R(vZN) = R(v) + ZN \quad [\text{CHF/a}] \quad (23)$$

## 3.9 Wirtschaftlichkeit der Massnahmen

Die Wirtschaftlichkeit einer OSM wird mit Hilfe des Nutzen-Kosten-Verhältnisses bestimmt. Der Nutzen der Massnahme ergibt sich aus der Risikoverminderung der OSM, welche aus der

Differenz des jährlichen Risikos vor Massnahme und des jährlichen Risikos unter Einbezug der Massnahme bestimmt wird (Formel 22)

Die Kosten der OSM wird werden als jährliche Kosten einbezogen (Formel 16, 17). Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ergibt sich damit aus:

$$NK = \frac{R(v)}{K'} = \frac{[\text{CHF/a}]}{[\text{CHF/a}]} \quad (24)$$

Unter Einbezug des Zusatznutzens (s.a. Kapitel 3.8.4) lässt sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis mit Zusatznutzen bestimmen:

$$NK(ZN) = \frac{R(vZN)}{K'} = \frac{[\text{CHF/a}]}{[\text{CHF/a}]} \quad (25)$$

Wenn  $NK$  bzw.  $NK(ZN) > 1$ , dann kann die OSM als wirtschaftlich betrachtet werden. Allerdings ist zu beachten, dass eine Risikobestimmung immer gewisse Unsicherheiten enthält, die sich aus verschiedenen Quellen zusammensetzen:

- Unsicherheiten in der Abschätzung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität in der Gefahrenbeurteilung;
- Unsicherheiten in der Bestimmung des Schadens am Gebäude bei Einwirkung des Prozesses;
- Unsicherheiten in der Wirkung der OSM und damit auf den Schaden nach Massnahme.

Alle drei Unsicherheitsquellen können zu einer Schwankung des NK-Verhältnisses um den Wert 1 führen. Es wird daher empfohlen, bei NK-Verhältnissen, die knapp unter 1 liegen, diese Unsicherheiten kritisch zu hinterfragen und die Aussagekraft des NK-Verhältnisses zu relativieren. Da die Schäden nur sehr grob geschätzt werden können, empfiehlt es sich meist einen minimalen und einen maximalen Schaden zu bestimmen und damit ein minimales und ein maximales Risiko vor bzw. nach Massnahmen zu bestimmen. Damit ergibt sich auch ein Schwankungsbereich für das NK-Verhältnis, welcher in den Entscheid über die Zumutbarkeit einer Massnahme einbezogen werden sollte.

### 3.10 Beurteilung Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit

In Kapitel 2.2 wurden grundlegende Überlegungen zu den Begriffen Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit gemacht. Es wurde festgehalten, dass die Wirtschaftlichkeit ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Zumutbarkeit ist. Falls eine OSM wirtschaftlich ist (Nutzen > Kosten), ist die Massnahme grundsätzlich zumutbar. Es sind aber weitere Kriterien zu berücksichtigen. Im Einzelfall ist die Praxis der kantonalen Gebäudeversicherungen wichtig. Das Tool bzw. das berechnete Nutzen-Kosten-Verhältnis unterstützt die Entscheidung der Gebäudeversicherung mit konsistenten Wirtschaftlichkeitswerten.

Neben der Wirtschaftlichkeit sollten weitere Kriterien zur Beurteilung der Verhältnismässigkeit und Zumutbarkeit beachtet werden. Im Folgenden wird eine nicht abschliessende, beispielhafte Auswahl von zusätzlichen Kriterien gegeben:

- Die subjektive Nutzbarkeit: Dabei muss die Frage beantwortet werden, ob die Nutzung des Gebäudes oder die nähere Umgebung durch die Objektschutzmassnahme stark ein-

geschränkt wird. Beispielsweise kann einer Hauseigentümerin/einem Hauseigentümer kaum zugemutet werden, dass eine hohe Schutzmauer erstellt wird, die direkt vor einem Fenster des Hauses zu stehen kommt und die Sicht, aber auch den Einfall des Tageslichts, stark beeinträchtigt wenn nicht gar verunmöglicht. Ebenso ist auf barrierefreies Bauen zu achten.

- Der Ortsbild- und der Denkmalschutz: Welchen Einfluss auf das Ortsbild hat die OSM? Inwiefern ist die OSM im Einklang mit dem Denkmalschutz? Welche Massnahmen müssen aufgrund des Denkmalschutzes getroffen werden; mit welchen (zusätzlichen) Kosten sind diese Massnahmen verbunden? Gerade die letzte Frage wird bei der Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses nicht explizit berücksichtigt.
- Beiträge Dritter an die Kosten der OSM: Im Kanton Schaffhausen hält Art. 19 Abs. 2 des Gebäudeversicherungsgesetzes (Obliegenheiten der Versicherten) beispielsweise fest, dass die Versicherten die ihnen zumutbaren Vorkehrungen zur Verhütung von Schäden zu treffen haben. Zudem kann die Verwaltungskommission zur Vermeidung von Elementarschäden in begründeten Einzelfällen Beiträge bewilligen. Solche Beihilfen haben keinen Einfluss auf die objektive Wirtschaftlichkeit der Massnahme, könne aber die subjektive Tragbarkeit und damit die Zumutbarkeit verbessern.
- Standortgebundenheit des Gebäudes
- Vergleich der Kosten der OSM mit dem (Versicherungs-)Wert des Gebäudes und Beurteilung im Verhältnis zum Umfang des „auslösenden Ereignisses“ (rechtlich definierter Umstand, der die Verfügung von OSM durch die KGV begründet, nämlich Umbau, Neubau, Schaden, Risikoänderung).
- Tragbarkeit: Gemäss Quinto (2012) sollte bei der Verfügung von OSM als weiteres Kriterium die Tragbarkeit (=finanzielle Leistungsfähigkeit der Betroffenen) mit einbezogen werden. Dieses Kriterium zur Beurteilung der Zumutbarkeit ist nicht Gegenstand dieser Methodik bzw. wird bei der Bestimmung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses nicht berücksichtigt, da dieses die objektive Wirtschaftlichkeit der Massnahme ohne Berücksichtigung deren Finanzierung ausweist.<sup>7</sup> Unter entsprechenden rechtlichen Voraussetzungen kann die KGV zusätzliche Kriterien zur Beurteilung der Tragbarkeit beiziehen, z.B. die Finanzierbarkeit oder Realisierungsfristen und allenfalls Beiträge an OSM leisten, wobei diese analog zum Brandschutz primär auf freiwillige OSM und Massnahmen bei (unverschuldeter) Risikoänderung bei bestehenden Objekten beschränkt sein dürften.
- Wie im Abschnitt Vorabklärungen erwähnt, sollte abgeklärt werden, ob eine Flächenschutzmassnahme in den kommenden 5 Jahren geplant ist. Ist dies der Fall, kann der Bau einer Objektschutzmassnahme nicht zugemutet werden, ausser es bestünde eine besonders grosse Gefährdung.

---

<sup>7</sup> Unserer Ansicht nach sollte dieses Kriterium nur in Ausnahmefällen berücksichtigt werden (z.B. in Form einer Fristerstreckung ohne Verzicht auf die Umsetzung der Massnahme).

## 4 Anwendungsbeispiele

### 4.1 Objektschutz gravitative Naturgefahren: Beispiel Hochwasser

#### 4.1.1 Einleitung

In den folgenden Abschnitten wird zur Veranschaulichung des in Kapitel 3 skizzierten Vorgehens die Anwendung anhand eines Beispiels für den Prozess Hochwasser illustriert. Dabei muss beachtet werden, dass es sich bei diesem Beispiel um eine rückblickende Anwendung im Sinne einer Veranschaulichung der Methodik handelt und nicht um eine reale Beurteilung.

#### 4.1.2 Systembeschreibung

Die Notrufzentrale des Kantons St. Gallen (KNZ) liegt an den alten Stadtmauern von St. Gallen und ist ein Werk des Architekten Santiago Calatrava. Die KNZ steht im potentiellen Überflutungsgebiet, verursacht durch ein Hochwasser der Steinach oder einer Flutwelle aufgrund des Dammbbruchs der Dreiweiheren oder des Wenigerweiherers.

Die ausserordentlich wichtige Funktion der KNZ verlangt, dass auch im Falle eines Hochwasserfalls oder eines Dammbbruchs der Betrieb aufrechterhalten bleiben muss. Dazu müssen die Eintrittsstellen des Wassers bekannt sein und mit Schutzmassnahmen eine Flutung der KNZ verhindert werden. Dies geschieht vor dem Hintergrund einer Restnutzungsdauer der KNZ von 10 Jahren (Abbildung 6).



Abbildung 6: Die Moosbruggstrasse mit der muschelförmigen KNZ (Mitte), links das alte Gebäude Klosterhof 12 (Quelle: Egli Engineering AG).

#### 4.1.3 Gefahrenbeurteilung

Die KNZ liegt im Überflutungsbereich der Steinach. Das Wasser fliesst hauptsächlich über die Moosbruggstrasse ab, kann aber im Extremfall auch über die Klosteranlage zur KNZ gelangen.

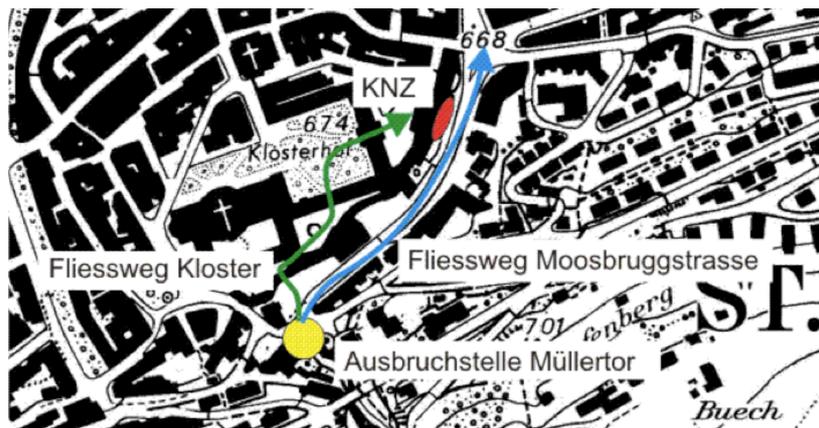


Abbildung 7: Situationsplan mit den beiden möglichen Fließwegen: blau über die Moosbruggstrasse, grün über die Klosteranlage.

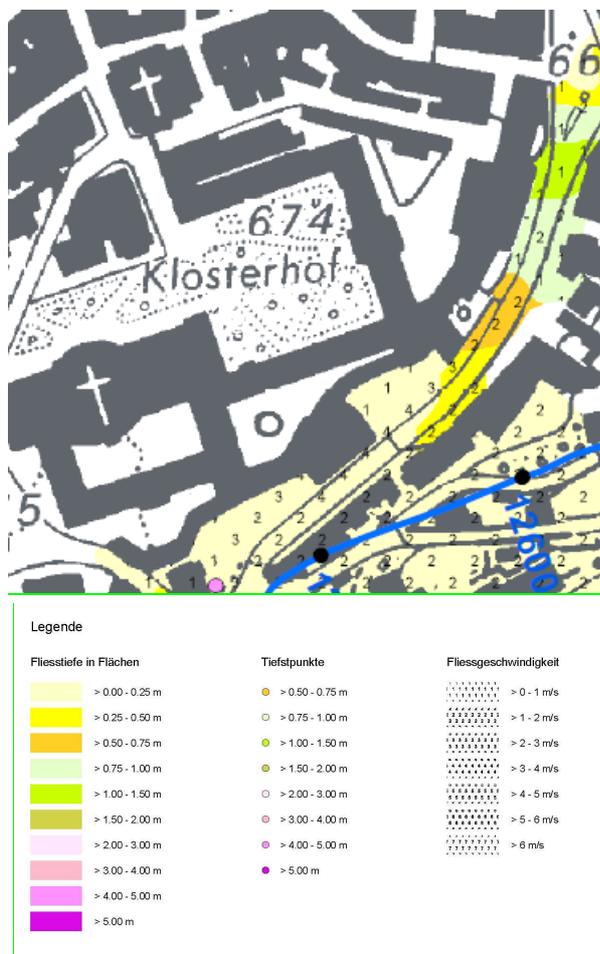


Abbildung 8: Fliesstiefe und Fließgeschwindigkeit bei einem 100-jährlichen Hochwasser der Steinach.

Bei einem 30-jährlichen Hochwasser herrschen im Bereich der KNZ Fliesstiefen von 0.5 bis 1.0 m mit Geschwindigkeiten von 1 m/s. Bei einem HQ100 betragen die Fliesstiefen bis zu 1.5 m

mit Geschwindigkeiten von 2 m/s. Bei einem 300-jährlichen Hochwasser betragen die Fliesstiefen weiterhin maximal 1.5 m mit Fliessgeschwindigkeiten bis zu 3 m/s.

#### 4.1.4 Beurteilung Gebäude hinsichtlich Gefährdung

Die möglichen Eintrittsstellen des Wassers in das Gebäude sind in der Tabelle dargestellt. Die grössten Eintrittsstellen sind das Tor und die beiden Personaleingänge an der Moosbruggstrasse (Eintrittsstelle 2, 3, und 4). Aber auch über den Eingang am Klosterhof 12 kann im Fall eines Dammbrechens Wasser in die KNZ gelangen (Eintrittsstelle 1). Bei hohen Fliesstiefen kann Wasser über das Fenster auf der Seite der Moosbruggstrasse in das Gebäude eindringen (Eintrittsstelle 5). Eine weitere Eintrittsstelle (7) ist der Gebäudeanschluss zwischen Neu- und Altbau: Vermutlich besteht zwischen der KNZ und dem Fundament des Gebäudes Klosterhof 12 ein Spalt, welcher seitlich und unten offen ist. In diesen Spalt kann im Fall eines Dammbrechens Oberflächenwasser eindringen. Möglich ist das Eindringen von Meteorwasser und Grundwasser auch ohne Ereignis. Wenn die zufließende Wassermenge grösser ist als die abfließende, baut sich in diesem Spalt ein Wasserdruck auf.

Das Fundament der KNZ ist als wasserdichte Konstruktion ausgeführt; die Abdichtung erfolgte mit unter der Bodenplatte und auf die Aussenwände angebrachten Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (Schwarze Wanne). Die Umbauarbeiten 2008 haben jedoch gezeigt, dass die Wanne nicht vollständig dicht ist - an einzelnen Stellen dringen geringe Mengen Grundwasser ein, besonders bei hohem Grundwasserspiegel im Frühling und Herbst (Eintrittsstelle 6). Darum sind im Bereich der Bodenplatte mehrere Wassermelder platziert worden, die im Ereignisfall den Gebäudeverantwortlichen alarmieren.

*Tabelle 6: Eintrittsstellen und Ursachen für Schäden.*

Nummer	Eintrittsstelle	Wasserart	Ursprung
1	Eingang Klosterhof 12, Empfangsraum	Oberflächenwasser	Hochwasser
2	Tor Moosbruggstrasse für die Warenzulieferung	Oberflächenwasser	Hochwasser
3	Türe links Moosbruggstrasse als Personaleingang	Oberflächenwasser	Hochwasser
4	Türe rechts Moosbruggstrasse als Personaleingang	Oberflächenwasser	Hochwasser
5	Fenster Moosbruggstrasse	Oberflächenwasser	Hochwasser
6	Leckstelle Fundament	Grundwasser (hydrostatischer Druck)	Niederschlag Hochwasser
7	Gebäudeanschluss KNZ an Klosterhof 12	Meteorwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser (hydrostatischer Druck)	Niederschlag Hochwasser

#### 4.1.5 Schaden und Risiko im Ausgangszustand

Sind die Wassereintrittsstellen eingestaut, kommt es zur vollständigen Flutung des Untergeschosses (Betriebsraum, Apparateraum, Technikraum, Lüftung/Sanitär und Leitstelle) und zu Schäden im Erdgeschoss (Garagenraum, Garderobe Uniform, Liftanlage, Korridor, Lager) und der Galerie (Garderobe, Dusche/WC, Aufenthaltsraum, Schleuse). Dabei ist von einem Totalschaden der Gebäudeinfrastruktur und -technik auszugehen, was einem gesamten Sachschaden von schätzungsweise 20 Mio. CHF entspricht. Die Kosten setzen sich zusammen aus den getätigten Renovierungen im Jahre 2008 mit Investitionen in die Elektrotechnik, Lüftung und Stromverteilung im Umfang von 12 Mio. CHF. Weiter werden bei einer Überflutung Heizungsanlage, Funk- und Telefonanlage, sowie Mobiliar beschädigt und im geringen Umfang werden auch Gebäudeschäden auftreten (Annahme: kein Gebäudeauftrieb). Diese Schäden werden auf 8 Mio. CHF geschätzt.

Der gesamte Sachschaden von 20 Mio. CHF beinhaltet keine weiteren Schäden, z. B. durch Verformungen infolge Gebäudeauftriebs. Von den 20 Mio. Sachschaden ist 1 Mio. bei der Gebäudeversicherung versicherter Sachschaden, die restlichen 19 Mio. sind unter Zusatznutzen abzubuchen.

Es ist davon auszugehen, dass bereits bei einem 30 – jährlichen Hochwasser der Steinach der gesamte Sachschaden entstehen kann. Bei einem extremeren Ereignis (HQ 100, HQ 300, EHQ) steigt der Sachschaden nicht an.

Tabelle 7: Sachschaden und Sachrisiken in den verschiedenen Szenarien.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Eintretenswahrscheinlichkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
30	1'000'000.-	0.0233	23'300.-
100	1'000'000.-	0.0067	6'700.-
300	1'000'000.-	0.0023	2'300.-
1'000	1'000'000.-	0.0009	900.-
Total			33'200.-

Das Sachrisiko, als Produkt der Eintretenswahrscheinlichkeit und des Sachschadens dargestellt, beträgt 33'200.- CHF/Jahr.

Der hier betrachtete Fall ist als Sonderfall zu betrachten. Bei einem Grossteil der Gebäude steigt der Sachschaden mit grösserer Wiederkehrperiode an.

#### Beurteilung der zusätzlich gefährdeten Werte

- Gefährdung von Personen: Personen sind nicht gefährdet
- Betriebliche Einrichtungen: 7 Mio. CHF
- Fahrhabe (Mobiliar): 7 Mio. CHF
- Zugehör: 5 Mio. CHF
- Betriebsunterbrechung: der technische Ausfall der KNZ lässt sich mit redundanten Systemen bewältigen.

Tabelle 8: Zusätzlicher Sachschaden und Sachrisiken in den verschiedenen Szenarien.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Eintretenswahrscheinlichkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
30	19'000'000.-	0.0233	442'700.-
100	19'000'000.-	0.0067	127'300.-
300	19'000'000.-	0.0023	43'700.-
1'000	19'000'000.-	0.0009	17'100.-
Total			630'800.-

#### 4.1.6 Identifizierung Massnahme und Bestimmung der Kosten

##### Massnahmenvorschlag ‚aufschwimbare und aufklappbare Wand (Klappschott)‘

Die aufschwimbaren Wandsysteme sind als wasserdichte und schwimbare Hohlkörper gefertigt. Die Wand wird in einer im Untergrund eingelassenen Bodenkammer aufgestellt und ist im Ruhezustand nicht sichtbar. Im Hochwasserfall füllt sich die Kammer mit Wasser und die Hochwasserschutzwand schwimmt auf.

Wird die aufklappbare Wand eingebaut, hat sie eine Länge von 6.10 m. Im Ruhezustand bedeckt die Wand eine Breite von 2.1 m; damit kommt die Drehachse vor dem Tor zu liegen und ein Öffnen und Schliessen des Tors ist nicht mehr möglich, wenn die Wand aktiviert ist. Eine Steuerung muss verhindern, dass das Tor im Ereignisfall geöffnet werden kann und mit der Wand zusammenstösst. Eine genaue Vermessung muss bei der Detailprojektierung vorgenommen werden.

Unter Terrain benötigt die klappbare Wand knappe 20 cm Tiefe und liegt mit grosser Wahrscheinlichkeit im Bereich der Entwässerungsleitung.

Tabelle 9: Beschreibung der Massnahmen und jährliche Kosten.

Umsetzung	Technisch aufwendig (Entwässerungsleitungen im Untergrund)
Funktionssicherheit	Ca. 90 % - 100 %, im Mittel 95%
Praxistauglichkeit	Gute Tauglichkeit, keine Einschränkung zum heutigen Betrieb
Architektur	Die Abdeckplatte auf dem Boden und an den beiden Wänden sind seitlich die Pfosten sichtbar
Unterhalt	Jahreskontrolle und periodische Reinigung mit jährlichen Kosten von rund 400.- CHF/Jahr.
Investition	135'500.- CHF mit Montage, aber ohne Tiefbauarbeit
Laufzeit	50 Jahre
Jährliche Kosten	5'670 CHF/Jahr (bei 3% Zins)

#### 4.1.7 Schaden und Risiko nach Massnahme

Durch die hohe Wirksamkeit der Massnahme von 95% ergibt sich eine starke Verminderung des jährlichen Risikos. Es verbleibt ein Sachschaden im Ereignisfall von 50'000.- CHF (für alle

Szenarien). Die Risikoberechnung zeigt, dass auch nach Massnahmen das Sachrisiko des 30-jährlichen Szenarios massgeblich zum Gesamtrisiko beiträgt. Über alle Szenarien gerechnet verbleibt ein Restrisiko von rund 1'660.- CHF/Jahr. Die Risikoverminderung über alle Szenarien beträgt 31'540.- CHF/Jahr.

*Tabelle 10: Sachschaden und Sachrisiko nach Massnahme ohne Zusatznutzen.*

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Eintretenswahrscheinlichkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
30	50'000.-	0.0233	1'165.-
100	50'000.-	0.0067	335.-
300	50'000.-	0.0023	115.-
1'000	50'000.-	0.0009	45.-
Total			1'660.-

Werden die zusätzlich gefährdeten Werte dazugerechnet und von einem Schaden von 20 Mio. ausgegangen, verbleibt im Ereignisfall ein Sachschaden von CHF 1'000'000.- (für alle Szenarien). Dies ergibt ein Sachrisiko nach Massnahmen von CHF 33'200.-. Die Risikoverminderung beträgt CHF 630'800.-

*Tabelle 11: Zusätzlicher Sachschaden und Sachrisiko nach Massnahme.*

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Eintretenswahrscheinlichkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
30	1'000'000.-	0.0233	23'300.-
100	1'000'000.-	0.0067	6'700.-
300	1'000'000.-	0.0023	2'300.-
1'000	1'000'000.-	0.0009	900.-
Total			33'200.-

#### 4.1.8 Wirtschaftlichkeit der Massnahme

Ohne zusätzlich gefährdeten Werten

Aus der Risikoverminderung von 31'540.- CHF/Jahr und den jährlichen Kosten von 5'670.- CHF/Jahr (bei 3% Zins) ergibt sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von gut 5, was als hoch bezeichnet werden kann.

Mit zusätzlich gefährdeten Werten

Rechnet man auch den Zusatznutzen dazu, der in diesem Beispiel einen Grossteil des Betrages ausmacht, kommt man bei einer Risikoverminderung von CHF 630'800.- auf ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 111, was als sehr hoch bezeichnet werden kann.

#### 4.1.9 Abschliessende Beurteilung

Dieses Beispiel zeigt eindrücklich auf, wie mit relative bescheidenem finanziellen Einsatz ein hoher Nutzen generiert werden kann. Die vorhandenen Unsicherheiten bei dem seltenen Ereignis ( $T = 1'000$  Jahre) haben keinen Einfluss, da dieses Ereignis nur vernachlässigbar zum Gesamtrisiko beiträgt. Weitere Unsicherheiten in der Quantifizierung der Wirksamkeit der Massnahme haben auf die Wirtschaftlichkeit keinen Einfluss.

## 4.2 Objektschutz meteorologische Naturgefahren: Beispiel Hagel

### 4.2.1 Einleitung

In den folgenden Abschnitten wird die Anwendung der Methodik anhand eines Beispiels für den Prozess Hagel illustriert. Wie beim Beispiel für den Prozess Hochwasser handelt es sich dabei um eine rückblende Anwendung im Sinne einer Veranschaulichung und nicht um eine reale Beurteilung.

### 4.2.2 Systembeschreibung

Beim Objekt handelt es sich um eine grosse Ausstellungshalle in der Ostschweiz mit einem Flachdach und insgesamt 117 Lichtkuppeln, welche durch Hagelschlag gefährdet sind.



Abbildung 9: Luftansicht des untersuchten Objektes (2-teilige Halle mit dunklem Dach in der oberen Hälfte des Bildes).

### 4.2.3 Gefahrenbeurteilung

Aufgrund der Intensitätskarte Hagel ist im Gebiet bei einer Jährlichkeit von 50 Jahren mit 3 cm grossen Hagelkörnern zu rechnen. Intensitäten bei weiteren Wiederkehrperioden sind:

*Tabelle 12: Hagelkorngrössen (Intensitäten) in den verschiedenen Szenarien.*

Wiederkehrperiode	Intensität (Korngrösse in cm)
20	3
50	3
100	4
300	4

### 4.2.4 Beurteilung Gebäude hinsichtlich Gefährdung

Die Ausstellungshalle mit einem Flachdach verfügt über 117 Lichtkuppeln. Die Lichtkuppeln sowie die Dachbedeckung sind von einem hagelwiderstandsfähigeren Typ, nicht jedoch die Folie an den Aufbordungen. An diesen können bei einem Ereignis mit Hagelkörnern von 3 cm Durchmesser Risse entstehen, welche zu Wassereintritten im Bereich der Dachkonstruktion führt.

### 4.2.5 Schaden und Risiko im Ausgangszustand

Kommt es bei einem Hagelgewitter zu Schäden an den Aufbordungen der Lichtkuppeln ist mit Wassereintritt ins Gebäude zu rechnen. Eine Schätzung der Gebäudeversicherung ergibt folgende Schadenssummen für ein 20- bzw. 50-jährliches Ereignis: 30'000.- CHF für Kontrollen und Notreparaturen, 75'400.- CHF für die Instandstellung. Aufgrund der grösseren Korngrösse beim 100- und 300-jährlichen Ereignis erhöhen sich die Schadenssummen resp. Kosten auf rund 300'000.- CHF.

*Tabelle 13: Sachschaden und Risiko in den einzelnen Szenarien.*

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Eintretenswahrscheinlichkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
20	105'400	0.03	3'162
50	105'400	0.01	1'054
100	300'000	0.0067	2'010
300	300'000	0.0033	990
Total			7'216

### **Beurteilung der zusätzlich gefährdeten Werte**

- Fahrhabe (Mobiliar) – bei Wassereintritt in die Ausstellungshalle können bewegliche Gegenstände wie Möbel, Teppiche, Ausstellungsgegenstände beschädigt werden.
- Zugehör – allfällig vorhandene bewegliche Gegenstände, die dauernd in Verbindung zu dem Grundstück sind, dem sie dienen sollen, können durch eintretendes Wasser beschädigt werden.
- Mietausfall
- Betriebsunterbrechung

### **4.3 Identifizierung Massnahme und Bestimmung der Kosten**

Als Massnahme empfiehlt sich ein Blechkranz (PVC beschichtetes Stahlblech) als mechanischer Schutz an den Aufbordungen. Es ist hierzu eine Investition von 65'000.- CHF notwendig, und es kann mit einer Lebensdauer von 20 Jahren gerechnet werden. Bei einem Zins von 3 % ergibt dies jährliche Kosten von 4'370 CHF/Jahr. Die Wirksamkeit beträgt 100% bis und mit einem 300-jährlichen Ereignis.

### **4.4 Schaden und Risiko nach Massnahme**

Durch die Wirksamkeit von 100% ist mit keinem Schaden bzw. Risiko nach Erstellung der Massnahme zu rechnen, die Risikoverminderung beträgt 7'216.- CHF/Jahr.

### **4.5 Wirtschaftlichkeit der Massnahme**

Stellt man die Risikoverminderung von 7'216.- CHF den jährlichen Massnahmenkosten von 4'370.- CHF gegenüber, ergibt sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.6, was als wirtschaftlich rentabel bezeichnet werden kann. Die Massnahme ist damit auch ohne Einbezug des Zusatznutzens wirtschaftlich.

### **4.6 Abschliessende Beurteilung**

Das Beispiel zeigt, dass mit relativ bescheidenem Aufwand eine beachtliche Wirkung erzielt werden kann. Es zeigt auch, dass sich schon mit der Grobanalyse unter Einbezug des 20-jährlichen Eintrittsszenarios eine Wirtschaftlichkeit belegen lässt.



## **5 Vorschläge für die Umsetzung (Stand Oktober 2012)**

### **5.1 Pflichtenheft für die IT-Programmierung**

Auf Grundlage der hier präsentierten Methodik soll ein Pflichtenheft erarbeitet werden, welche die Umsetzung und die Anforderungen an diese Software genau beschreibt. In diesem Pflichtenheft sollen einfache Graphiken enthalten sein, die erste Ideen zur Gestaltung der Bildschirmmasken liefern. Dieses Pflichtenheft dient als Grundlage für den Softwarehersteller.

### **5.2 Software**

Für die Phase 2 des Projekts wird vorgeschlagen, die Methodik in eine anwendungsfreundliche Software umzusetzen. Dabei ist es wichtig, dass potentielle Anwenderinnen und Anwender schon frühzeitig im Rahmen von Tests in die Entwicklung einbezogen werden. Mit den Tests soll gewährleistet werden, dass die Anforderungen der Endnutzer entsprechend berücksichtigt werden. Die Software wird zunächst als Online-Software implementiert, damit sie von verschiedenen Personen getestet werden kann. Nach ausführlichen Tests wird zusätzlich die Erstellung einer Offline-Version vorgeschlagen, die auch beim Gebäudeeigentümer vor Ort verwendet werden kann.

Um die Anwendung zu erleichtern wird der Software eine elektronische Hilfe hinterlegt, so dass auch weniger geübte Benutzerinnen und Benutzer problemlos mit dem Produkt arbeiten können.

### **5.3 Übersetzung der Methodik**

Der hier vorliegende Bericht zur Methodik soll nach der Genehmigung durch den Stiftungsrat der Präventionsstiftung ins Französische übersetzt werden.

### **5.4 Umsetzungsbericht**

Um eine breitere Streuung der Ergebnisse dieser Projektphase zu erreichen, wird vorgeschlagen, den Inhalt dieses Berichts mit einer graphisch illustrierten, leicht lesbaren Broschüre aufzubereiten. In diesem Umsetzungsbericht sollen die Arbeitsschritte aufgezeigt und das Vorgehen mit einem Anwendungsbeispiel illustriert werden. Dieser Umsetzungsbericht soll ebenfalls ins Französische übersetzt werden.

## **5.5 Information der Kantonalen Gebäudeversicherungen**

Am Ende des Phase 2 sollen die Methodik und die Software den Direktoren und Präventionsverantwortlichen der KGV im Rahmen einer Informationsveranstaltung vorgestellt werden. Das Ziel dieser Veranstaltung soll es sein, das potentielle Zielpublikum über die Ergebnisse zu informieren und für die Thematik zu sensibilisieren.

## Literatur

BBR (2010): Klimaangepasstes Bauen – Kriteriensteckbrief `Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren: Wind, Starkregen, Hagel, Schnee/feuchte Winter und Hochwasser, Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung, Deutschland.

Bründl, M. (2009): Risikokzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 420S.

Ceppi, P., Della-Marta, P.M., Appenzeller, C. (2008): Extreme Value Analysis of Wind Speed Observations over Switzerland, Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 219, Zürich. 43pp.

Egli, T. (2005): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern.

Egli, T. (2007): Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren. Bern: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern.

Egli, Th., Vanomsen P. (2010): Analyse der Normierung von Bauten und Anlagen in Bezug auf die Einwirkung von Naturgefahren. Bericht zuhanden der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen, Bern

Fischer, M. (2011): Manuskript Sichern und Versichern.

GVG (2011a): Gebäudeversicherungsgesetz. [www.gvg.gr.ch](http://www.gvg.gr.ch) (Zugriff 12.5.2014).

GVG (2011b): Verordnung zum Gebäudeversicherungsgesetz. [www.gvg.gr.ch](http://www.gvg.gr.ch) (Zugriff 12.5.2014).

GVG (2011c): Baugesetz. [www.gvg.gr.ch](http://www.gvg.gr.ch) (Zugriff 12.5.2014).

Hauswirt und Suter (1990): Sachversicherung, Verlag des Schweizerischen Kaufmännischen Verbandes, Zürich.

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

Kiener, R., Kley, A., Tschannen, P. und Zimmerli, U. (2002): Öffentliches Recht I, Unterlagen zur Vorlesung Einführung in das Öffentliche Recht für Ökonomen, Universität Bern, Institut für Öffentliches Recht.

Quinto, C. (2012): Gutachten zur rechtlichen Machbarkeit des Leitfadens Schutzziele Naturgefahren. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Bern, 56 S.

Stucki, M. und Egli, Th. (2005): Elementarschutzregister Hagel – Synthesebericht. Bericht erstellt im Auftrag der Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen. Bern.

VKF (2007): Empfehlung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, VKF, Bern.



**Anhang A – Tabelle Umfrage FTE**

# Analyse der Beitragspraxis im Bereich ESP



FTE

Grundlagen für die Ausrichtung von Beiträgen

keine Präventionsbeiträge in den folgenden Kantonen: Graubünden, Thurgau, Schwyz, Schaffhausen

Fachkommission Technischer Elementarschutz

Thema	GVA SG	Assekuranz AR	GlarnerSach	NSV	GVZ	GVL	AGV	
Form Datum Finanzierung	Verordnung Fonds	5. Juli 1983	Ausführungsbestimmungen 3. Dezember 2008	Bestimmungen (Beiträge OSM) Budget 3. Dezember 2006	Verwaltungsratsbeschluss 30. Oktober 2006	Reglement (Beiträge OSM) Kampagne (2008 bis 2017 / 15 Mio.) 25. September 2007	Reglement (Feuerschutzbeiträge) 1. April 2010	Verordnung und Richtlinie 2. Mai 2007
<b>Grundlagen</b>		Wegleitungen VKF (g + m) Nachweis Objektschutz best. Gebäude in Gefahrenzone Schadensereignis offensichtliche Gefährdung gemeinschaftliche Schutzmassnahmen neuertversichert bei Assekuranz AR wesentliche Verbesserung	Wegleitung VKF (gravitativ) Gefahrenkarten gravitative Naturgefahren Grundwasser und Rückstau bestehende Bauten in Gefahrenzone offensichtliche Gefährdung versichert bei der GlarnerSach	Verwaltungsratsbeschluss Elementargefahren bestehende Bauten Äquivalenzprinzip wirtschaftlichkeit	Wegleitung VKF (gravitativ) Nachweis Objektschutz best. Gebäude Hochwasser und Erdbeben bestehende Bauten (älter als 5 Jahre) in Gefahrenzone offensichtliche Gefährdung versichert bei der GVZ wesentliche Verbesserung	Gefahrenkarten Wegleitungen und Leitfäden Reduktion Verletzlichkeit bestehende Bauten in Gefahrenzone offensichtliche Gefährdung Schadensereignis	Elementarfonds 0,5 bis 1 Rappen / kCHF Versicherungssumme/a Gefahrenkarten Wegleitungen und Leitfäden erhöhter Schutzbedarf in Gefahrenstufe rot / blau / gelb oder Schadenerfahrung Gefährdung bei Baubewilligung nicht bekannt oder Bewilligung vor 1.1.2008	
<b>Voraussetzungen</b>	versicherte Gefahren bestehende Bauten konstruktiv einwandfreies Gebäude vollständiger / weitgehender Schutz Neubauten im öffentlichen Interesse	Versicherungsausschluss unwirksame / unverhältnismässige Massn. Mängelbehebung baulicher Unterhalt am Objekt bei Erstellung bekannte Gefahren Unterhalt und Reparatur an OSM	raumwirksame Schutzmassnahmen Versicherungsausschluss öffentl. rechtl. Körperschaften unwirksame / unverhältnismässige Massn. Mängelbehebung	Flächenschutz wasserbauliche Massnahmen wirtschaftlichkeitsprinzip	wasserbauliche Massnahmen Versicherungsausschluss unwirksame / unverhältnismässige Massn. Mängelbehebung Unterhalt und Reparatur an OSM	bei Erstellung bekannte Gefahren Neu- und Umbauten Mängelbehebung Verantwortung der Öffentlichkeit Ersatz best. OSM	an übergeordneter Elementarschadenschutz wenn übergeordneter Schutz zweckmässiger Unterhalt und Reparatur an OSM Schutzziel nicht erreicht Neubauten	
<b>Leistungsausschluss</b>	bei Erstellung bekannte Gefahren Unterhalt und Reparatur an SM gemeinschaftliche Schutzmassnahmen	Regeln der Baukunde Lebensdauer minimal 20 Jahre GK, Schutzziel 100 Jahre erreicht GK, Schutzziel 300 Jahre angestrebt keine GK, für mittlere Intensität	Regeln der Baukunde Lebensdauer minimal 20 Jahre Wegleitung VKF GK, Schutzziel 100 Jahre erreicht keine GK, für mittlere Intensität	Schutzziel gemäss Bau- und Zonenreglement der Gemeinde wird angestrebt (300-jährlich)  Nachweis Schutz	Regeln der Baukunde Lebensdauer minimal 20 Jahre GK, Schutzziel 100 Jahre erreicht GK, Schutzziel 300 Jahre angestrebt keine GK, für mittlere Intensität gutes Kosten-/Nutzenverhältnis	Nachweis Schutz nach Vorgabe der Gebäudeversicherung Lebensdauer minimal 20 Jahre Schutzziel 100 Jahre permanent Schutzziel 300 Jahre angestrebt	nach Wegleitung VKF (gravitativ) Wirtschaftlichkeit Erreichung Schutzziel z.B. HQ100	
<b>Anforderungen an OSM</b>	ev. Bedingungen und Auflagen							
<b>Beitragsbemessung nach</b>	Gefährdung Kosten / Versicherungswert wirtschaftliche Verhältnisse Gesuchsteller Beiträge Dritter			✓ ✓				
<b>Beitragsätze</b>	gemäss Richtlinie VK	35% 45% max. 50% max. 70% 10 bis 20%	33% 0.5	Investition bis SFr. 10'000.00 / 25% SFr 10'000 übersteig. Teil 10%, max. 5'000 SFr. 100'000 übersteig. Teil 5%, max. 5'000	max. Fr. 5'000.- pro Gebäude bei grossem Schadenpotential Beitrag gem. Verwaltungsratsbeschluss	0.2  30%  SFr. 2'000.00 5% Versicherungssumme	20%  ausserordentliche Beiträge möglich möglich 2000	10% / 20% / 30% / 40% nach Gefahrenzone 20% / 30% / 40% nach Anzahl Schäden maximal 5% Versicherungswert Beiträge Dritter werden abgezogen möglich 40%
<b>Beitragsgesuch</b>	Eingabe Form Kosten Vorabklärung Beratung Einschränkung	in der Regel vor Baubeginn freigestellt verlangt  neues Gesuch bei Handänderung	vor Baubeginn Gesuchsformular  wichtige Projekte kostenlos / eigene Aufträge Abklärungen keine Arbeiten vor Zusicherung	vor Baubeginn Gesuchsformular KV in Gesuchsformular wichtige Projekte kostenlos keine Verträge vor Zusicherung	Gesuchsformular Offerte Mitwirkung bei Projektierung kostenlos Zusicherung vor Realisierung	vor Baubeginn Gesuchsformular Schätzung der Kosten verlangt wichtige Projekte kostenlos keine Arbeiten vor Zusicherung	vor Auftragserteilung Gesuchsformular Kostenvorschlag Mitwirkung bei Planung kostenlos	vor Baubeginn Gesuchsformular + Konzept OSM Kostenvorschlag Mitwirkung bei Projektierung  Zusicherung vor Realisierung
<b>Beitragsberechtigung</b>	Eigenleistungen Ansatz EL Planerleistungen Gefahrenabklärungen	begrenzt  Eigenleistungen ausgenommen	SFr. 25.00  begrenzt Eigenleistungen ausgenommen Nur Gefahrenabklärung: Kein Beitrag Bei Ausführung Mas: wird urch NSV koordiniert	ja 20 ja	ja 20 ja	begrenzt 40 ausgenommen	20 CHF/h x Beitragssatz SFr. 20.00 voll beitragsberechtigt	
<b>Beitragszusicherung</b>	Form Gültigkeit	schriftlich zwei Jahre	schriftlich zwei Jahre	schriftlich zwei Jahre	schriftlich zwei Jahre	Formular	Verfügung drei Jahre	
<b>Ausführungskontrolle</b>	Prüfung vor Auszahlung		Info Fertigstellung Prüfung nach Ermessen	Prüfung vor Auszahlung	schriftliche Info Fertigstellung Prüfung der OSM vor Auszahlung	Meldepflicht Vollendung (Formular) Abnahmekontrolle nach Ermessen	Erklärung zu Wirksamkeit (Formular) Besichtigung durch Fachspezialisten	
<b>Abrechnung</b>	Form Frist Begrenzung		schriftlich bis zum zugesicherten Betrag	schriftliche Abrechnung mit Fotos	schriftlich 6 Monate nach Fertigstellung bis zum zugesicherten Betrag	drei Jahre nach Fertigstellung		
<b>Erläss Objektschutz</b>		möglich bei GK rot oder blau Schadensereignis						
<b>Zuständigkeit</b>	nach Geschäftsreglement Rechtsschutz	Einsprache an Direktion	Geschäftsleitung endgültig	Präventionsabteilung + VR > Fr. 5'000.-	Einsprache an GVZ		Geschäftsreglement	
<b>Budget 2009</b>	Zusicherungen Abrechnungen Anzahl Fälle						SFr. SFr. SFr.	800'000.00 413'218.00 173'209.00 41
<b>Budget 2010</b>	Zusicherungen Abrechnungen Anzahl Fälle				SFr. SFr.	55'000.00 74'000.00	SFr. SFr.	800'000.00 594'017.00 57'879.00 29
<b>Budget 2011</b>			SFr.	100'000.00	SFr.	750'000.00	SFr.	800'000.00

## **Anhang B – Fragen der Telefonumfrage und Zusammenfassung der Antworten bei den KGV der Kantone Aargau, Bern, Graubünden, Glarus, Zürich, St. Gallen und Appenzell Ausserrhoden**

### **Frage 1 – Ist Ihre Institution bei der Erstellung von Gefahrenkarten beteiligt?**

Die KGV sind mit Ausnahmen meist nicht in die Erarbeitung der Gefahrenkarten einbezogen. Dies ist primär Aufgabe der kantonalen Naturgefahrenfachstellen.

### **Frage 2 – Ist Ihre Institution bei der Ausarbeitung des Gefahrenzonenplanes beteiligt?**

In vielen Kantonen gibt es keine Gefahrenzonenpläne bzw. die KGV sind ebenfalls nicht beteiligt, da die Erstellung Angelegenheit der Gemeinden ist.

### **Frage 3 – Was sind die Grundlagen für die Verfügung/Subventionierung von OSM?**

Es existiert eine breite Palette von Grundlagen, die je nach Kanton in unterschiedlicher Ausprägung zu Anwendung kommen. Kantonale Gebäudeversicherungsgesetze einschliesslich Verordnungen, Baugesetze, Ausführungsbestimmungen, Checklisten für Beitragsgesuche, Reglement für Beitragsgesuche, Regelungen in Elementarschadenfonds. In einigen Kantonen können OSM bei bestehenden Bauten basierend auf rechtlichen Grundlagen nicht verfügt werden. Bei Neubauten in der blauen Zone können in verschiedenen Kantonen zusammen mit der Baubewilligung OSM verfügt werden.

### **Frage 4 – Wann und wie erfährt der Bauherr über die Notwendigkeit von OSM bei Neubau?**

Der Bauherr erfährt in der Regel im Rahmen der Baubewilligung durch die Gemeinde über die Notwendigkeit einer OSM. Je nach Gefährdung (rot, blau, manchmal auch bei gelb) ist auch die KGV bzw. die Fachstelle Naturgefahren des Kantons in die Bewilligung einbezogen.

### **Frage 5 – Wie erfolgt die Abgrenzung Flächenschutz/Objektschutz?**

Dies wird im Einzelfall geprüft. Sofern mehrere Objekte betroffen sind, werden in einigen Kantonen die Fachstellen in die Beurteilung einbezogen und vereinzelt entrichtet die GV auch Beiträge an den Flächenschutz. Zuständigkeit Flächenschutz (öffentliches Interesse) bei Gemeinde und Kanton; Zuständigkeit Objektschutz beim Eigentümer (Eigenverantwortung). Flächenschutzmassnahmen können bei der Dimensionierung nur berücksichtigt werden, wenn sie schon erstellt wurden oder wenn sicher gestellt ist, dass sie erstellt werden.

### **Frage 6 – Wie funktioniert das Zusammenspiel von Gebäudeversicherung und Eigentümer hinsichtlich Realisierung von OSM bei Neubau?**

Die GV nehmen in vielen Fällen Kontakt mit den Eigentümern und beraten diese, welche Massnahmen sinnvoll sind. In einigen Kantonen wird die Auflage des Prüfeningenieurs durch kommunale Baubehörden der Baubewilligung beigelegt und ist damit Bestandteil der Bewilligung. Die Ausführung der OSM wird bei der Bauabnahme überprüft. Bei anderen Kantonen wird erwartet, dass der Eigentümer selbst ein Fachgutachten für zweckmässigen OSM einholt.

### **Frage 7 – Hat Ihre Institution das Recht im Rahmen einer Baubewilligung bei Neubauten OSM zu verfügen?**

Bei einigen KGV ist eine Verfügung möglich oder bereits institutionalisiert bzw. wird in nächster Zeit möglich sein, bei anderen Kantonen ist eine Verfügung nicht möglich. Wenn keine Verfügung möglich ist, können im (wiederholten) Schadensfall OSM verlangt werden.

**Frage 8 – Muss die Auflage für OSM bei Neubau bereits im Baugesuch enthalten sein?**

In den überwiegenden Fällen muss bereits im Baugesuch auf OSM hingewiesen werden bzw. es muss nachgewiesen werden wie die Auflage umgesetzt wird; d.h. es muss aus den Plänen ersichtlich sein.

**Frage 9 – Welches Schutzziel soll der OSM bei Neubau erreichen?**

OSM müssen mindestens auf das 100-jährliche Ereignis dimensioniert sein, in einigen Fällen sogar bis zum 300-jährlichen Ereignis.

**Frage 10 – Wird der Versicherungsschutz nach erfolgreich realisiertem OS bei Neubauten garantiert? (Selbstbehalt, Ausschlüsse)?**

Wurde die OSM fachgerecht ausgeführt, dann wird der vollumfängliche Versicherungsschutz gewährleistet. Zum Teil sind auch entsprechende Nachweise durch einen Prüflingenieur erforderlich.

**Frage 11 – Leistet Ihre Institution Beiträge für verfügbaren OS bei Neubauten?**

Bei praktisch allen Kantonen wird kein Beitrag geleistet.

**Frage 12 – Wenn ja, bis zu welchem Betrag?**

Die Frage beantwortet sich mit Frage 11.

**Frage 13 – Leistet Ihre Institution Beiträge für freiwilligen (zusätzlichen) OS bei Neubauten?**

Die Praxis ist sehr unterschiedlich. Meist werden keine Beiträge geleistet, zum Teil aber bis 25%, allerdings mit einer Obergrenze je nach Höhe der Gesamtinvestition in die OSM.

**Frage 14 – Wird die Wirtschaftlichkeit von OSM geprüft?**

Auch hier ist die Praxis sehr unterschiedlich. Während einige Kantone schon einfache Hilfsmittel zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit verwenden, überprüfen andere KGV die Wirtschaftlichkeit gar nicht oder nicht explizit nach Nutzen-Kosten Kriterien. So werden z.B. qualitative, grobe Abschätzungen vorgenommen.

**Frage 15 – Wie wird die Gebrauchstauglichkeit der OSM geprüft?**

Die Gebrauchstauglichkeit wird meist durch eine Begutachtung von Elementarschutzexperten oder auch involvierten Ingenieurbüros bzw. auch Prüflingenieuren geprüft. Schwieriger zu beurteilen sind in diesem Zusammenhang mobile Massnahmen.

**Frage 16 – Was sind die Kriterien für die Zumutbarkeit von OSM?**

Meist ist die Anzahl von Schäden ein wichtiges Argument. Wirtschaftliche Massnahmen mit einem Nutzen-Kosten Verhältnis grösser als 1 werden ebenfalls als zumutbar erachtet, zudem soll die OSM die Alltagstauglichkeit nicht beeinträchtigen. Wichtig ist auch die Überzeugungsarbeit für OSM beim Eigentümer.

**Frage 17 – Was passiert, wenn sich der Eigentümer weigert, angeordnete OSM durchzuführen? (Ausschluss, Kürzung von Versicherungsleistungen)?**

Eine wirkliche Weigerung kommt selten vor, meist gelingt es durch entsprechende Argumentation die Eigentümer zu überzeugen. Eigentümer werden auf mögliche Kürzungen bei der Versicherungsleistung hingewiesen bzw. auf den Ausschluss der jeweiligen Gefahr, sollte es Schadenereignis eintreten. Zudem können Grundbuchamt und die Grundpfandgläubiger informiert werden. Letzteres kommt jedoch meist nicht vor.