Die Risikokarte des Kantons St. Gallen

Ralph Brändle, Rolf Bart

Zusammenfassung
Im Rahmen der Naturgefahrenanalyse des Kantons St.Gallen wurde – nebst der Gefahrenkarte – auch die Risikokarte erstellt. Die Risikokarte präsentiert die monetären Folgen der Einwirkung gravitativer Naturgefahren auf das Schadenpotenzial. Dieses Sachrisiko entspricht dem wahrscheinlichkeitsbehafteten Schaden in Franken pro Jahr und zeigt die jährlichen Schadenerwartungswerte in klassierter Form und in der räumlichen Verteilung auf.
Mit den Daten zur Risikokarte können verschiedene Auswertungen und Übersichten erstellt werden. Es lassen sich daraus Strategieüberlegungen oder auch konkrete Handlungsweisen ableiten.
Für Aussagen darüber, wo sich Massnahmen (der im Kanton St. Gallen geforderten Massnahmenkonzepte) aus Risiko-Sicht besonders lohnen können, haben Gemeinden und Planer teilweise diese Daten für die Ermittlung der technischen Schutzmassnahmen (Flächenschutzprojekte) verwendet.
Risikobasierte Nutzen-Kosten-Analysen zeigen auch die grosse finanzielle Bedeutung der Erhaltung der Wirksamkeit von Massnahmen über längere Zeiträume auf. Risikoanalysen kombiniert mit ökonomischen Methoden erlauben es, Investitionen und die Erhaltung der Massnahmen zu optimieren.
Grundsätzlich sind Risiken mit grossen Unsicherheiten behaftet. Methodisch ist es im Kanton gelungen, gutachterabhängige Streuungen auf ein Minimum zu reduzieren. Die Risikokarten stellen die Ergebnisse räumlich dar, was gegenüber nicht georeferenzierten Ergebnissen einen Mehrwert darstellt. Für aussagekräftige Ergebnisse und praktische Anwendungen ist die Risikoermittlung pro Prozessquelle (Gefahrenquelle) unerlässlich.
Letztlich stellen die Risikokarten eine wichtige Grundlage dar, um einen wirtschaftlichen und effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten.

Keywords
Risiko, Risikokarte, Anwendung Risiko, Kanton St.Gallen

La carte de risque du canton de St-Gall

Résumé
Dans le cadre des analyses des dangers naturels du canton de St-Gall, une carte des risques a été établie en plus de la carte des dangers. La carte des risques représente les conséquences monétaires des dangers naturels gravitaires sur les dommages potentiels. Ces risques correspondent aux dommages affectés aux données de probabilité en francs par année et démontrent les valeurs probables des dommages en forme classée et en répartition spatiale.
Les données de la carte des risques permettent de créer diverses analyses et aperçus des réflexions stratégiques et également des possibilités d'action concrètes.
En ce qui concerne les déclarations où des mesures valent particulièrement la peine d'être prises en charge du point de vue des risques (comme le prescrit le concept de mesures exigé par le canton de St-Gall), des communes et des planificateurs ont utilisé ces données pour la recherche de mesures de protection (projets de protection de surface).
Des analyses de coût et d'utilité basée sur des analyses de risque démontrent aussi l'importance financière pour l'efficacité des mesures durant de longue période de temps. Des analyses de risques combinées avec des méthodes économiques permettent ainsi d'optimiser les investissements et le maintien des mesures.
En principe, les risques comportent des incertitudes élevées. Méthodologiquement, le canton est parvenu à réduire au minimum les dispersions de données des vérificateurs. Les cartes des risques présentent les résultats en trois dimensions, constituant une valeur ajoutée par rapport aux résultats non géoréférencés. Pour des résultats concluants et des applications pratiques, une identification du risque par source de processus (source de danger) est indispensable.
Au final, les cartes des risques représentent une base importante afin de garantir une utilisation des ressources économique et efficiente.

Mots-clés
Risque, carte des risques, application du risque, canton de St-Gall

La mappa dei rischi del Canton San Gallo

Riassunto
A seguito delle analisi dei pericoli naturali del Canton San Gallo, una mappa dei rischi è stata stabilita in aggiunta ad una mappa dei pericoli. La mappa dei rischi presenta le conseguenze economiche dei pericoli naturali gravitanti attorno a potenziali danni. Tali rischi sono proporzionati ai dati di probabilità dei danni (in franchi l'anno), e mostrano in modo classificato e in distribuzione spaziale i valori probabili dei danni.
Con i dati della mappa dei rischi è possibile fare diverse analisi e avere una panoramica delle strategie come pure delle possibilità concrete di azione.
Per quanto riguarda le dichiarazioni di misure che valgono particolarmente la pena di essere sostenute dal punto di vista dei rischi (come prescritto dal concetto delle misure richiesto dal Canton San Gallo), dei comuni e dei pianificatori hanno usato questi dati per la ricerca di misure di protezione (progetti di protezione della superficie).
Le analisi costi-benefici basate sui rischi dimostrano l'importanza dal punto di vista finanziario di preservare l'efficacia delle misure su lunghi periodi di tempo.
Le analisi di rischi combinate con metodi economici permettono di ottimizzare gli investimenti e la preservazione delle misure.

Fondamentalmente, i rischi sono soggetti ad elevata incertezza. Il Cantone è riuscito in modo metodico a ridurre al minimo la dispersione di dati dei revisori. Le mappe dei rischi presentano i risultati nello spazio, dando così un valore aggiunto rispetto ai risultati senza riferimenti geografici. Per giungere a dei risultati conclusivi e a delle applicazioni pratiche, un'identificazione del rischio secondo la fonte di processo (fonte di rischio) è indispensabile.
In ultima analisi, le mappe dei rischi rappresentano una base importante per garantire un uso delle risorse economico ed efficiente.

Parole chiave
Rischio, mappa dei rischi, applicazione del rischio, Canton San Gallo

Schutz-bedarf	Sachwerte (Nutzung mit Gebäuden)	Schutzziele Angabe mit Intensitäten 0-3 Wiederkehrperiode [Jahre]		
		1 – 30 (häufig)	30 – 100 (selten)	100 – 300 (sehr selten)
gering	Standortsgebundene Anlagen, exkl. Sonderobjekte	3	3	3
mittel	unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u. ä.)	2	2	3
	zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Weiler, Ställe, Schrebergärten	1	1	2
hoch	Geschl. Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Campingplätze, Freizeit- und Sportanlagen sowie andere grosse Menschenansammlungen mit geringem Schutz gegen Gefahreneinwirkung	0	1	1
Spezialfälle	Sonderrisiken bzgl. besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden	Festlegung fallweise		

Intensitäten: 0 keine | 1 schwach | 2 mittel | 3 stark

Abbildung 1: Schutzziele im Kanton St. Gallen
Figure 1: Objectifs de sécurité dans le canton de St-Gall

1. Einleitung

Die Risikokarte im Kanton St. Gallen wird im Zuge der kantonalen Naturgefahrenanalyse innerhalb der Gefahrenkartenperimeter erstellt. Die gravitativen Naturgefahren sind standortabhängig und gemäss gesetzlicher Forderung bei den raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Die detaillierten Analysen wurden im Kanton im Wesentlichen in den Baugebieten durchgeführt - versehen mit einem ausreichenden Puffer. Der Kanton verfolgt mit der Berücksichtigung der Gefahrengrundlagen namentlich zwei Ziele. Einerseits raumplanerische, wonach erhebliche Gefahrengebiete, die weder bebaut noch erschlossen sind, allenfalls ausgezont werden und Einzonungen von zu stark gefährdeten Gebieten in der Regel nicht bewilligt werden. Andererseits sind Schäden in gefährdeten und genutzten Flächen mit geeigneten Massnahmen auf ein tragbares Mass zu senken. Die Gefahrenkarten zeigen in diesen Fällen Konflikte auf, deren Bedeutung aus der Überlagerung von Gefährdung und Nutzung nicht ohne weiteres ersichtlich ist. Ein Konflikt zwischen Nutzung und Gefährdung enthält einen Aspekt des Handlungsbedarfes und einen der monetären Folgen. Der Handlungsbedarf im Sinne einer Richtschnur ergibt sich aus der Schutzzielverletzung; die monetären Folgen ergeben sich aus dem Risiko.

Das kantonal definierte Schutzziel legt für generelle Nutzungsarten, beispielsweise für geschlossene Siedlungen, Verkehrswege oder landwirtschaftlich genutzte Flächen fest, wie stark die Einwirkung eines Naturgefahrenprozesses sein darf, damit die Gefährdung grundsätzlich als akzeptabel gilt. Das Mass der Einwirkung ist die Intensität des Prozesses, angegeben mit einer für den Prozess relevanten physikalischen Grösse, beispielsweise der Fliesstiefe kombiniert mit der Fliessgeschwindigkeit. Das zweite Merkmal der Einwirkung ist die Häufigkeit. Je häufiger ein Prozess mit gleicher Intensität auftritt, desto problematischer ist der Konflikt. Das Schutzziel wird für jede Objektklasse mit der noch akzeptablen Kombination aus Intensität und Häufigkeit definiert. In einer Objektklasse sind Sachgüter zusammengefasst, für welche die Kantonsregierung denselben Schutz als angemessen erachtet. Übertrifft die Einwirkung das definierte Schutzziel, so liegt ein Schutzdefizit vor. Dies bedeutet, dass Massnahmen zumindest geprüft werden. Ein Anspruch auf Erfüllung der Schutzziele lässt sich aber nicht ableiten.
Die Risiken werden aus dem zu erwartenden Schaden einer gewissen Häufigkeit rechnerisch geschätzt. Aus der Analyse der aktuell berücksichtigten Nutzung und den mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten auftretenden Intensitäten ergibt sich der jährliche Schadenerwartungswert. Dieser wahrscheinlichkeitsbehaftete Schaden entspricht dem Risiko. Bei Sachrisiken ist dies Franken pro Jahr und bei Personenrisiken ist es die Todesfallwahrscheinlichkeit. Letztere beziffert die Wahrscheinlichkeit, das aktuelle Jahr als Folge der Einwirkung der Naturgefahr nicht zu überleben.
Werden die Sachrisiken für ein Objekt betrachtet, so spricht man vom Objektrisiko. Wird das Risiko einer bestimmten Person berechnet, so ergibt dies das Individualrisiko. Objekt- oder Individualrisiken, ausgedrückt als jährliche Werte, können zu sogenannten Kollektivrisiken aggregiert werden. Individual- oder Objektrisiken deuten eher auf die Dringlichkeit zur Erhöhung des Schutzes und die Kollektivrisiken sind eher ein Mass, Schutzmassnahmen ökonomisch zu rechtfertigen resp. die Aussichten ökonomisch günstiger Massnahmen a priori zu schätzen.

2. Methode zur Erstellung der Risikokarte des Kantons St. Gallen

Die Methodik richtet sich nach der BUWAL Publikation (BUWAL 1999). Die Gefährdungen werden pro Prozess-

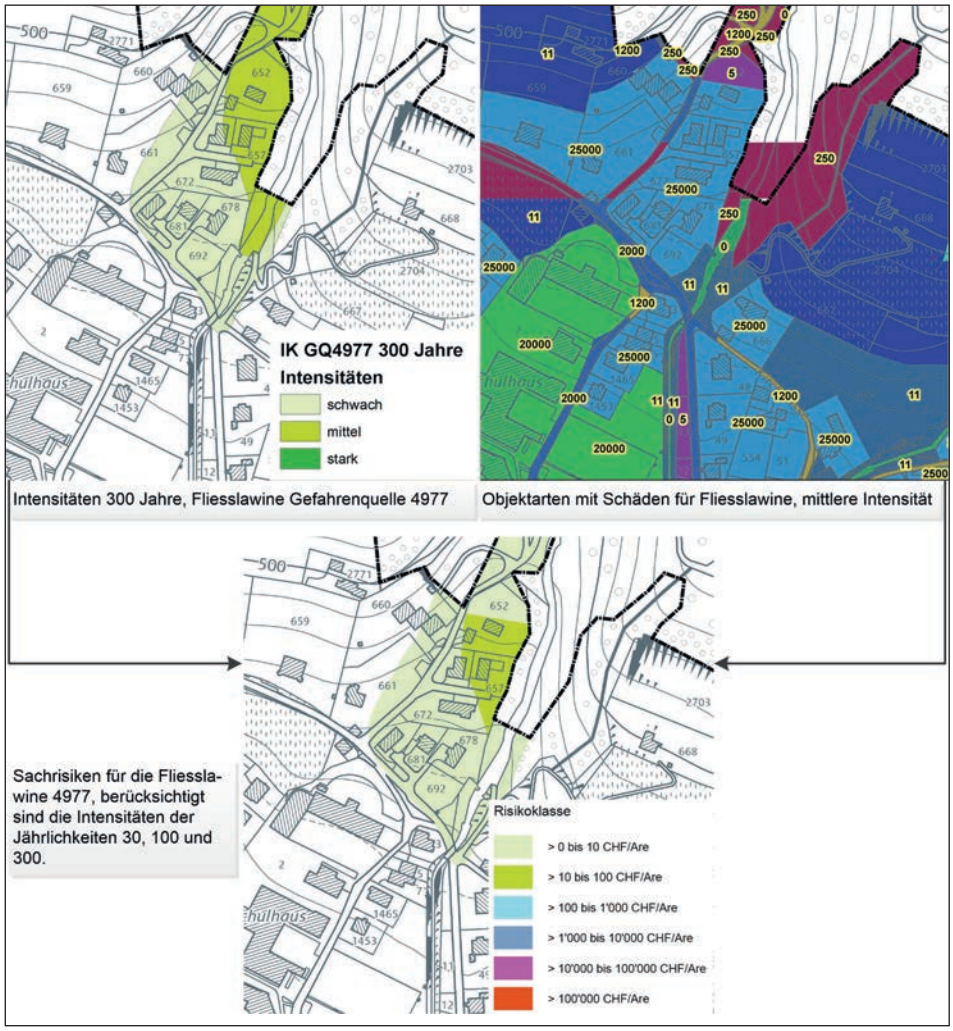


Abbildung 2: Prinzip der Risikoermittlung durch GIS-Überlagerung des Gefahren- und Schadenpotenzials
Figure 2: Principe du calcul des risques par superposition avec la banque des données GIS du potentiel de danger et de dommages.

quelle mit den Intensitäten nach Bundesstufen erfasst. Die Schadenausmasse hat der Kanton St. Gallen für die definierten Objektklassen jeweils für jede Prozessart und die Intensitätsklassen schwach, mittel und stark bestimmt und gibt diese Werte für die Berechnung der Risiken vor. Damit ist sichergestellt, dass die resultierenden Risiken nicht vorrangig von ungenau bestimmbaren Schadenausmassen abhängig sind, sondern von der Einwirkung der Prozesse auf das Schadenpotenzial. In Baugebieten wird die kantonale Legende verwendet, um ähnliche Bauzonen zu Objektarten zusammenzufassen. Beispielsweise besteht die Objektart Wohnen Siedlung 1 aus fünf verschiedenen Bauzonen ähnlich zu erwartender Schadenausmasse. Für jede Prozessart wird pro Intensität der entstehende Schaden geschätzt.

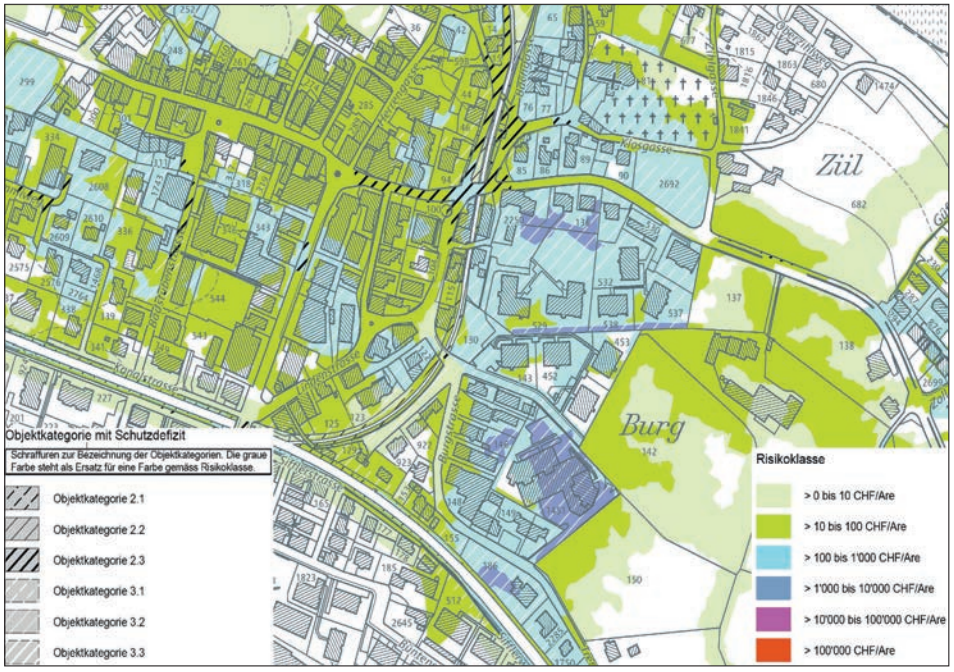


Abbildung 3: Auszug aus Risiko- und Schutzdefizitkarte des Kantons St. Gallen
Figure 3: Extrait de la carte des déficits de risque et de protection du canton de St-Gall

Kombiniert mit der Wahrscheinlichkeit, mit welcher die Einwirkung zu erwarten ist, ergibt sich ein Teilwert des jährlichen Schadenerwartungswertes. Ist der Teilwert für jede Häufigkeitsklasse berechnet, kann der jährliche Schadenerwartungswert für eine Prozessquelle bestimmt werden.

Die Schadenpotenzialdaten beziehen sich auf die Objektarten und berücksichtigen eine standardisierte Überbauungsziffer anstatt der effektiven Bebauung. Dadurch entspricht das flächenhaft ermittelte Risiko dem potenziellen Objektrisiko pro Are. Für eine noch nicht bebaute Fläche einer bestimmten Objektart ergibt sich daher dasselbe Risiko wie für eine bereits vollständig bebaute Fläche. Der Nachteil der Methode ist, dass der Effekt der Bebauung in der kartografischen Risikodarstellung nicht ersichtlich wird. Der Vorteil liegt darin, dass die Risikokarte auch bei sich rasch verändernder Bebauung im Zeitrahmen der Raumplanung gültig bleibt.

Eine genutzte Fläche wird oft durch verschiedene Prozessquellen derselben oder unterschiedlicher Prozessart betroffen. Die Objektrisiken pro Flächeneinheit werden für jede Prozessquelle und jede Häufigkeitsklasse ermittelt. Zur Bestimmung des Gesamtrisikos an

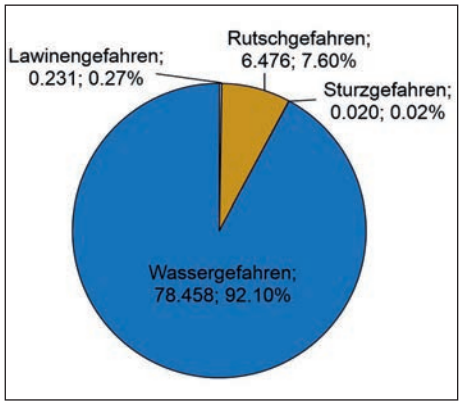


Abbildung 4: Verteilung des JSWE in Mio.Fr./Jahr in Abhängigkeit der Hauptprozessart
Figure 4: Répartition du VAAD (JSEW jährlicher Schadenerwartungswert, VAAD valeur attendue annuelle des dégâts) en millions de francs/année en fonction du type de procédé principal.

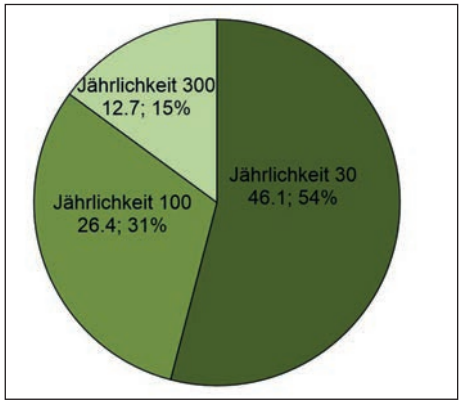


Abbildung 5: Verteilung des JSEW in Mio.Fr./Jahr in Abhängigkeit der Jährlichkeit
Figure 5: Répartition de la VAAD en millions de francs/année en fonction de l'annualité.

einem Ort, werden die Risiken der einzelnen Prozessquellen einander überlagert und die Gesamtrisiken für die Teilflächen summiert. Im Wissen um die Unschärfen der Risikobestimmung und zur Umsetzung in eine Kartendarstellung, müssen die kleinflächig variierenden Ergebnisse klassiert werden. Diese klassierten synoptischen Sachrisiken werden in der Karte dargestellt. Die Einheit ist der jährliche Schadenerwartungswert in Franken pro Jahr und Are. Die Zwischenergebnisse werden als GIS Daten mit der vollständigen Sachinformation aufbewahrt und stehen für Auswertungen zur Verfügung.

Die Personenrisiken werden nicht standardmässig ermittelt. Sie sind stark von der Präsenzwahrscheinlichkeit (mittlere tägliche Aufenthaltsdauer am untersuchten Ort) abhängig, wobei auch die Verletzlichkeit stark von konkreten Gegebenheiten abhängt. Bei den flächenmässig wichtigsten Gefahrenprozessen, den Wassergefahren, sind die Personenrisiken in aller Regel zudem sehr gering. Daher wurde entschieden, Personenrisiken in Einzelfällen und im Zusammenhang mit konkreten Vorhaben abzuklären.

3. Anwendung und Resultate Kanton St. Gallen

Mit der Risikokarte liegen die Risiken als jährlicher Schadenerwartungswert (JSEW) in Franken pro Jahr, pro Gefahrenquelle (Bach, Lawinenzug etc.) und pro untersuchte Jährlichkeit (30, 100, 300) und in der Summe vor. Mit diesen Angaben können nun Risikoübersichten für Kanton und Gemeinden erstellt werden. Die Ergebnisse dienen unter anderem dazu, Strategieüberlegungen zu überprüfen und konkrete Handlungen abzuleiten.

3.1 Anwendung auf kantonaler Stufe

Die folgenden Resultate und Darstellungen wurden dem Bericht Naturgefahren des Kantons St. Gallen (TBA 2016) entnommen.
Die Gesamtauswertung zeigt, dass der jährliche Schadenerwartungswert (JSEW) infolge gravitativer Naturgefahren bei zirka 85 Mio. Franken pro Jahr liegt. Unter Annahme langfristig unveränderter Verhältnisse (Gefährdung, Schadenpotenzial) ergäbe sich im Mittel dieser Schaden.
Der JSEW des Hauptprozesses Überschwemmung dominiert im Kanton St. Gallen mit 92% deutlich. Der hohe Anteil aus Wassergefahren war zu erwarten (Abbildung 4).

Die JSEW nach Jährlichkeitsklassen (Abbildung 5) zeigen, dass 85% der Risiken alleine aus den häufigen und seltenen Ereignissen stammen (Jährlichkeiten 1 bis 100).

Es wurden insgesamt 5'558 Gefahrenquellen untersucht, wovon 4'836 auf den Gefahrenkartenperimeter einwirken. Diese wurden in Abbildung 6 nach dem Anteil des JSEW am gesamten JSEW absteigend sortiert und die laufende Summe gerechnet. Demnach erzeugt das «gefährlichste» Prozent der untersuchten Gefahrenquellen rund 40 Prozent des gesamten JSEW. Bei 50 Prozent der Gefahrenquellen mit den höchsten Risiken sind 99.9 % der Summe der JSEW erreicht. Wäre der Alpenrhein in dieser Abklärung enthalten, dominierten die Gefahrenquellen mit den grössten Risiken noch ausgeprägter.

Für die kantonalen Stellen ist wichtig, ob die bereits früher bekannten Hauptgefahrenquellen (Gewässer, Rutschgebiete etc.) sich in der Rangierung nach JSEW bestätigen. Die Risikodaten wi-

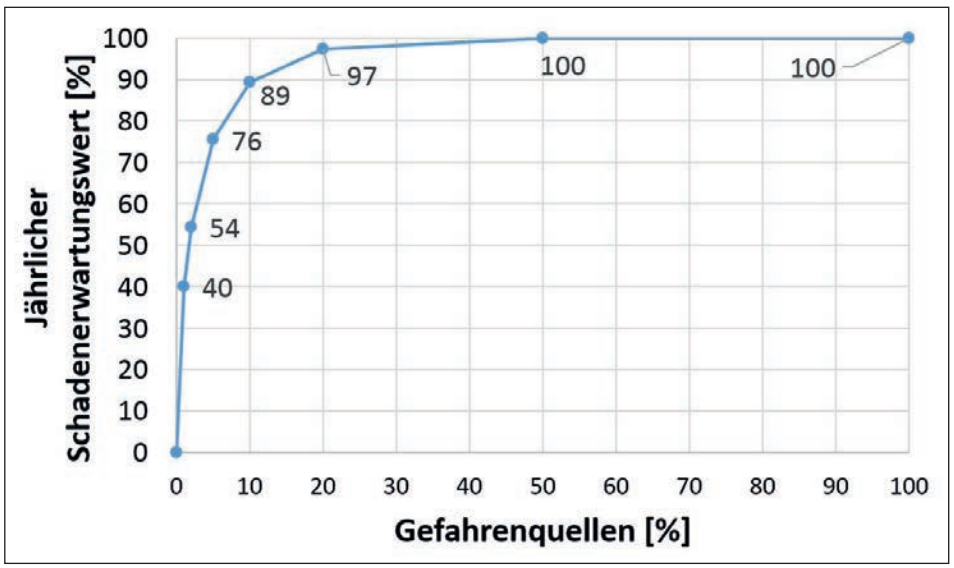


Abbildung 6: Vergleich gesamter JSEW in Abhängigkeit der sortierten Gefahrenquellen.
Figure 6: Comparaison de la VAAD global en fonction des sources de dangers sélectionnés.

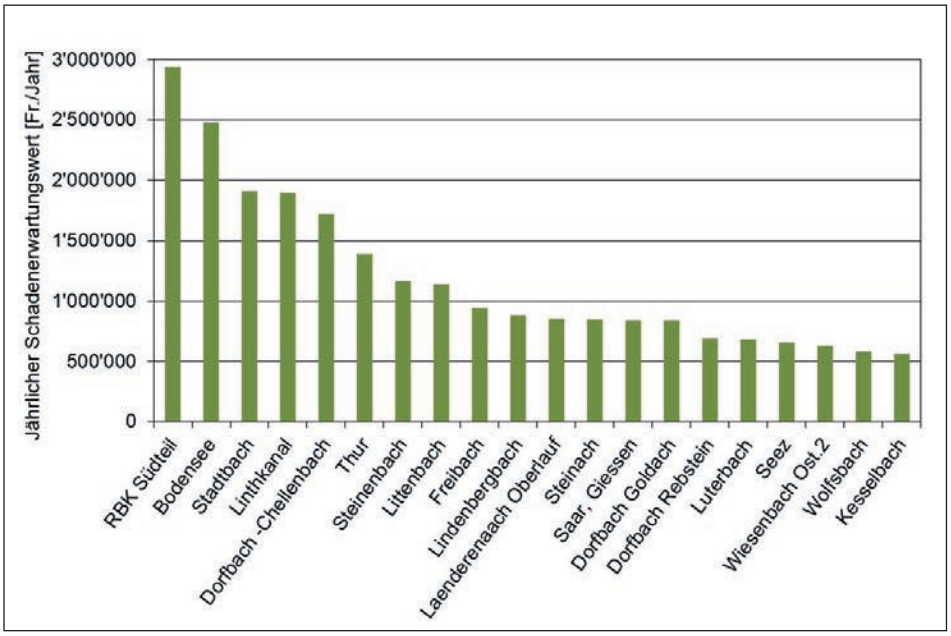


Abbildung 7: Top 20 JSEW des Hauptprozesses Überschwemmung, ohne Alpenrhein und Linth vor HW-Projekt Linth 2000.
Figure 7: Top 20de la VAAD pour les crues, Rhin alpin non-compris.

derspiegeln diese Erfahrung grundsätzlich. Beim Hauptprozess Überschwemmung (Abbildung 7) weisen die vermuteten Gewässer die höchsten Risiken auf, auch wenn vielleicht nicht immer in der erwarteten Reihenfolge.

3.2 Anwendung auf kommunaler Stufe

Der JSEW wurde pro Gemeinde für alle Gefahrenquellen aggregiert und in klassierter Form als Übersicht erstellt. Die Städte St.Gallen, Gossau (in Abbildung 8 zu einer Fläche verschmolzen) und Altstätten haben demnach das grösste Sachrisiko, während die Gemeinden Häggenschwil, Hemberg und Berg die geringsten Sachrisiken aufweisen. Wie erwartet, ergeben sich in den urbanen Räumen infolge des hohen Schadenpotenzials wesentliche höhere Sachrisiken als in ländlichen Gebieten.

Im Kanton St.Gallen müssen die Gemeinden nach Vorliegen der Gefahrenanalyse (Gefahrenkarte) ein Massnahmenkonzept Naturgefahren erstellen. Für gefährdete Gebiete sind verhältnismässige Massnahmen aus allen Handlungsoptionen (raumplanerische Massnahmen, technische Massnahmen – Flächenschutz, Objektschutz und organisatorische Massnahmen wie Notfallplanung etc.) im Umgang mit den gravitativen Naturgefahren zu prüfen. Bei der Erarbeitung dieser Massnahmenkonzepte wurden die JSEW teils für eine sogenannte risikobasierte Budgetschätzung von technischen Massnahmen (Flächenschutzprojekte)[1] verwendet. Die Budgetschätzung verwendet Eingangsparameter, welche in Tabelle 1 beispielhaft aufgeführt sind.

Die Kosten setzen sich aus den Investitionskosten, Reparatur- und Unterhaltskosten, dem Restwert und den Kapitalkosten zusammen. Der Zinssatz und der Untersuchungszeitraum werden vorgegeben. Um die gesamten Betriebskosten zu berechnen, werden die Reparatur- und Unterhaltskosten sowie der Restwert jeweils als Prozentsatz der Investitionskosten geschätzt.
Bei konkreten Projekten sind die Investitionskosten bekannt und der Nutzen wird aus der Risikoverminderung der Zustände vor und nach Massnahmen ermittelt. Für die Schätzung des ökonomisch zu rechtfertigenden Investitionsbudgets wird der Nutzen in Form der Risikoverminderung als Zielsetzung vorgegeben und daraus berechnet, welcher maximale Betrag (Erstellung plus Erhaltung) rein ökonomisch gerechtfertigt ist. Als Erhaltungskosten werden hier die Aufwendungen für Unterhalt und Reparaturen verstanden.

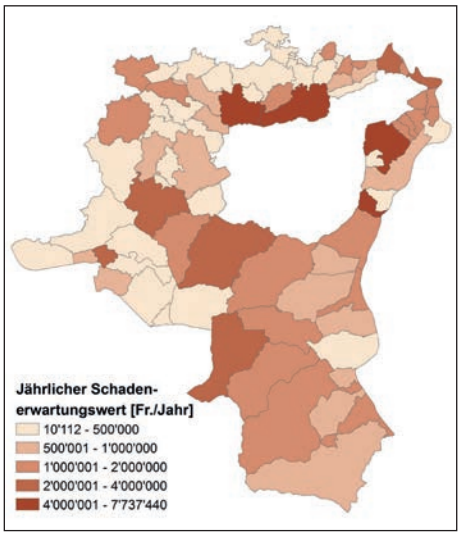


Abbildung 8: Darstellung der klassierten JSEW pro Gemeinde
Figure 8: Présentation de la VAAD classée par commune.

Parameter		
Risikoreduktion pro Jährlichkeit	30 Jahre	100%
	100 Jahre	80%
	300 Jahre	20%
	EHQ	Nicht berücksichtigt
Kapitalzins		2%
Restwert in % der Investitionskosten		20%
Vorgegebenes Nutzen-Kostenverhältnis		2
Lebensdauer der geplanten Schutzbauten		50 Jahre
Reparatur- und Unterhaltskosten in % der Investition		2%

Tabelle 1: beispielhafte Parameter für die rechnerische Schätzung der Investitionsbudgets
Tableau 1: Exemple de paramètres pour une estimation calculée du budget d'investissement.

1) Einführung der Methode durch die Ingenieure Bart AG

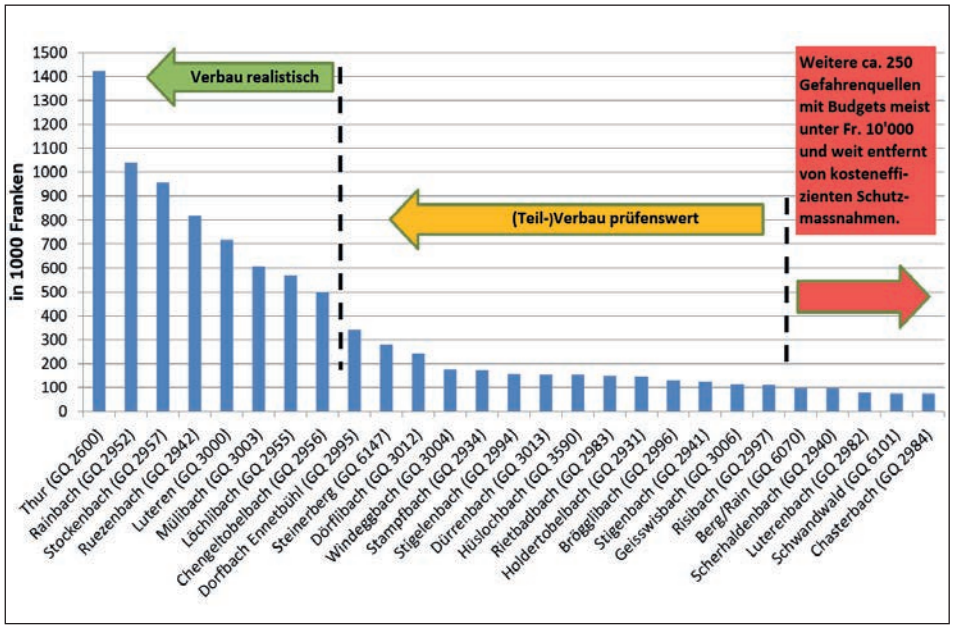


Abbildung 9: Übersicht Ergebnisse der risikobasierten Budgetschätzung am Beispiel einer Gemeinde im Kanton St.Gallen
Figure 9: Aperçu des résultats d'une prévision budgétaire fondée sur des risques avec l'exemple d'une commune dans le canton de St-Gall.

Oft fallen bei eher unbedeutenden Gefahrenquellen die geschätzten Investitionsbudgets so klein aus, dass es aus praktischen Gründen ausgeschlossen ist, Massnahmen kosteneffizient auszuführen. Es kristallisieren sich somit jene Gefahrenquellen heraus, für welche technische Massnahmen (Flächenschutz) ökonomisch realistisch sind (Beispiel siehe Abbildung 9).

Zu beachten ist, dass dabei Synergien aus Massnahmenkombinationen verschiedener Gefahrenquellen nicht berücksichtigt werden. Es kann durchaus sein, dass mit einer (Schutz-) Massnahme mehrere Gefahrenquellen erfasst und deren Risiken minimiert werden. Bei grossen Gewässern wird aus praktischen Gründen nur die mögliche Risikoverminderung auf dem konkreten Gemeindegebiet berücksichtigt. Für regional bedeutsame Gefahrenquellen liefert das Vorgehen lediglich Hinweise. Der Untersuchungsraum muss für die Massnahmenkonzeption und deren Wirkung übereinstimmen.
Mögliche Personenrisiken werden mit diesem Ansatz vernachlässigt. Sie müssen insbesondere bei brutalen Prozessen (Steinschlag, Lawinen, Hangmuren) und bei Bedarf bei allen Prozessen auf Stufe Projekt mitberücksichtigt werden. In diesen Betrachtungen ist die Dringlichkeit aufgrund des baulichen Zustandes nicht berücksichtigt.

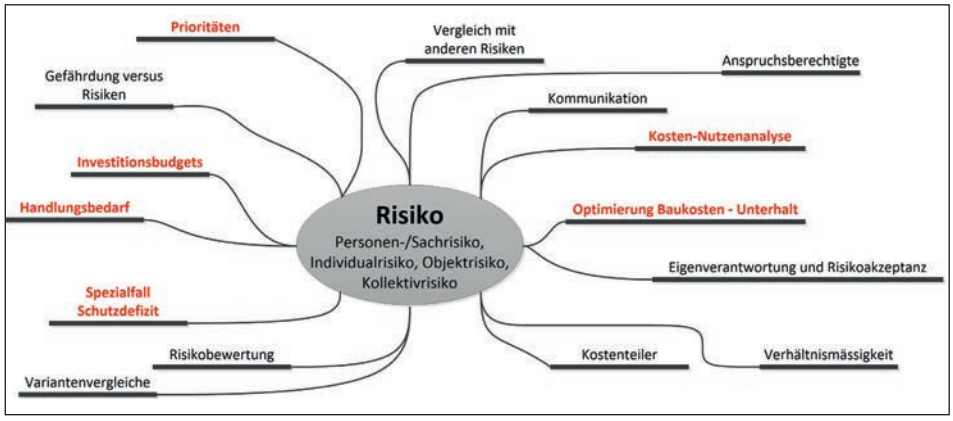


Abbildung 10: Mindmap Risiko, in diesem Artikel genannte Anwendungen rot hervorgehoben
Figure 10: Risque cognitif, ceux mentionnées dans cet article sont mis en évidence en rouge.

4. Weitere Anwendungsmöglichkeiten / Ausblick

Das Risiko, verstanden als wahrscheinlichkeitsbehafteter Schaden, hat viele Facetten und erlaubt unterschiedlichste Anwendungen. In Abbildung 10 ist dies grafisch dargestellt.

Nur ausgewählte Anwendungen können in diesem Artikel wenigstens ansatzweise behandelt werden.

4.1 Unterhalt

Nach Ausführung von Massnahmen kann das Risiko wiederum steigen, wenn inakzeptable neue Risiken entstehen oder die Schutzmassnahmen infolge unzureichenden Unterhalts degradieren. Die Vermeidung neuer inakzeptabler Risiken ist eine Aufgabe der Raumnutzung inkl. des Objektschutzes. Die Erhaltung der Massnahmenwirkung wird mit Unterhalt und Reparaturen gewährleistet. Die risikobasierte Nutzen-Kostenanalyse kann die Erhaltungskosten der Massnahmen berücksichtigen. Dies ist für eine korrekte Nutzen-Kosten-Betrachtung sogar eine Voraussetzung, da nur unterhaltene Massnahmen ihre Schutzleistung behalten. Da die risikobasierte Nutzen-Kosten-Analyse die Erhaltungskosten beziffert, lassen sich diese Kosten planen und budgetieren. Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass der Unterhalt langfristig und nachhaltig finanzierbar bleibt. Die Budgetierung angemessener Unterhaltsaufwendungen ist wiederum eine der Notwendigkeiten, um den Unterhalt auch tatsächlich auszuführen. Wird der in der Nutzen-Kosten-Analyse eingerechnete Unterhalt nicht geleistet, verlieren die Massnahmen mit der Zeit ihre Wirkung und die sich laufend vermindernde Risikoreduktion müsste in der Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt werden. Das Zahlenbeispiel in Tabelle 2 beziffert die ökonomischen Auswirkungen der Erhaltungsinvestitionen. Im ersten Fall wird die volle Wirkung der Massnahmen mit Unterhalt und Reparaturen sichergestellt. Unter den Annahmen A und B wird auf die Erhaltungsinvestitionen verzichtet.

Grösse	Einheit	Mit Erhaltungskosten	Annahme A[1]	Annahme B[2]
Baukosten	Fr.	1'000'000	1'000'000	1'000'000
jährliche Unterhaltskosten	%	0.50	0.00	0.00
jährliche Reparaturkosten	%	0.50	0.00	0.00
Untersuchungszeitraum	Jahre	50	50	50
Restwert	Fr.	700'000	0	200'000
Zinssatz	%	2.00	2.00	2.00
Risikoverminderung (jährlicher Nutzen) [3]	Fr.	100'000	50'000	75'000
total Unterhalt und Reparaturen (jährlich)	Fr.	10'000	0	0
Statische Berechnung				
jährliche Nutzen	Fr.	100'000	50'000	75'000
jährliche Kosten	Fr.	33'000	30'000	28'000
Nutzenüberschuss	Fr.	67'000	20'000	47'000
Nutzen-Kosten-Verhältnis	-	**3.0**	**1.7**	**2.7**
Dynamische Berechnung [4]				
Gegenwartsnutzen	Fr.	3'402'000	1'571'000	2'431'000
Gegenwartskosten	Fr.	1'314'000	1'000'000	1'000'000
Netto-Gegenwartsnutzen [5]	Fr.	2'088'000	571'000	1'431'000
Nutzen-Kosten-Verhältnis	-	**2.6**	**1.6**	**2.4**
Gegenwartskosten Erhaltung [6]	**Fr.**	**314'000**	**0**	**0**
Minderung Nettogegenwartsnutzen	**Fr.**	**0**	**-1'517'000**	**-657'000**

Tabelle 2: Nutzen-Kosten-Analyse mit und ohne Erhaltungskosten
Tableau 2: Analyse bénéfice/coûts avec et sans les dépenses d'entretien.

1) Bei Variante A wird angenommen, dass am Ende des Untersuchungszeitraumes keine Risikoverminderung mehr gegeben ist und der Restwert der Massnahme 0 ist.
2) Bei Variante B wird angenommen, dass am Ende des Untersuchungszeitraumes die Risikoverminderung halb so hoch ist wie zu Beginn und der Restwert der Massnahme noch Fr. 200'000.– beträgt.
3) Die Fr. 100'000.– als Risikoverminderung durch die Massnahmenwirkung gelten für den Neuzustand der Massnahmen. Mit Unterhalt und Reparaturen wird die volle Wirkung über den Untersuchungszeitraum erhalten. Annahme A geht von einer Reduktion der Wirkung auf 0 aus, bei Annahme B reduziert sich die Wirkung auf eine Risikoverminderung von Fr. 50'000.–. In beiden Fällen nimmt die Wirkung über den Untersuchungszeitraum linear ab; es werden keine Erhaltungsmassnahmen ausgeführt.
4) Bei der dynamischen Berechnung wird berücksichtigt, dass die Kosten oder Nutzen zu einem bestimmten Zeitpunkt anfallen. Für diese Teilwerte wird jeweils der Barwert berechnet und diese Barwerte zum gesamten Gegenwartswert summiert.
5) Der Netto-Gegenwartsnutzen ergibt sich aus der Differenz des Gegenwartsnutzens abzüglich der Gegenwartskosten. Hier wurden die Unterhalts- und Reparaturkosten als jährlich gleichmässig verteilte Kosten berücksichtigt. Für jedes der Jahre wurde der Teil-Barwert gerechnet. Je weiter in der Zukunft ein Geldwert liegt, desto geringer ist sein Gegenwartswert. Die Summe der jährlichen Barwerte ist der gesamte Barwert.
6) Die Gegenwartskosten der Erhaltungsinvestitionen sind wie in Ziffer 5) beschrieben gerechnet worden. Sie sind hier gesondert ausgewiesen, damit dieser Betrag mit seinem direkten Einfluss auf den daraus folgenden Nettogegenwartsnutzen ersichtlich wird.

Im Zahlenbeispiel werden die Erhaltungsmassnahmen prinzipiell richtig berücksichtigt. Einerseits sind deren Kosten eingerechnet und andererseits ist die ungenügende Erhaltung der Massnahmen mit der verminderten Wirkung berücksichtigt. Die Gegenwartskosten der Erhaltungsmassnahmen von Fr. 1'314'000.– haben einen enormen Einfluss auf den Netto-Gegenwartsnutzen der Schutzmassnahme. Im ungünstigeren Fall A nimmt dieser Wert um mehr als 1.5 Millionen Franken ab. Wird ausschliesslich mit dem statischen Verfahren gerechnet und nur das Nutzen-Kosten-Verhältnis beurteilt, so ist die drohende, dramatische Abnahme des Netto-Gegenwartsnutzen der Schutzmassnahme nicht erkennbar. Hier öffnet sich ein weites Feld für technische, ökonomische und administrative Optimierungen von Schutzmassnahmen, die aus Platzgründen nicht näher beleuchtet werden können.

4.2 Detaillierte Betrachtungen mit Versicherungsdaten

Anstelle der erwarteten Schadensummen infolge der vorhandenen Zonierung, könnten auch Daten der Gebäudeversicherung verwendet werden. Diese liegen jedoch zurzeit im Kanton St.Gallen noch nicht georeferenziert vor.
Aufgrund solch fehlender Daten hat z.B. das Hochbauamt des Kantons St. Gallen unter Mitbeteiligung der Fachstelle Naturgefahren zur Beurteilung ihres Immobilienportfolios ein Risikoscreening (HBA 2014) durchgeführt. Dabei wurden die Schadenpotenziale vor Ort durch einen Fachschätzer der Gebäudeversicherung detailliert erhoben. Zusätzlich wurden auch die Personen-, das Versorgungs-, das Kulturgut- und die Störfallrisiken der kantonalen Hochbauten abgeklärt, um einen möglichen Handlungsbedarf genauer aufzuzeigen.
Auch mit den detaillierten Schadenpotenzialdaten bleiben Unschärfen bestehen, da der Umgang mit Wahrscheinlichkeiten einen grossen Einfluss hat.

4.3 Monitoring der Risiken

Im Kanton St. Gallen ist geplant, die Risikoauswertung in gleicher Form in ca. 20 Jahren zu wiederholen. Es wird sich weisen, ob die bis dahin realisierten Schutzmassnahmen zu einer Risikominderung beitragen werden. Eventuelle Erweiterungen der Siedlungsgebiete werden berücksichtigt. Dieser zukünftige Vergleich gibt nur die Veränderungen infolge technischer Schutzmassnahmen (Flächenschutz) wider. Es sind keine Daten vorhanden, um bestehende Objektschutzmassnahmen an einzelnen Bauten zu berücksichtigen.

5. Diskussion Risikokarte

Es hat sich gezeigt, dass die Stärken solcher Risikokarten und deren Grundlagendaten im raschen Erstellen von Übersichten und auch der Priorisierungen von Projekten untereinander liegen. Ebenso können sie zur einfachen Überprüfung von allgemeinen Strategien angewandt werden. Trotz der Unschärfen stimmen die Risiken zumindest in den Grössenordnungen und sind vor allem sehr gut miteinander vergleichbar.
Allgemein gewährleistet die Verwendung von einfachen und einheitlichen Werten eine gute Nachvollziehbarkeit der Daten.
Die Schwächen der Risikokarte liegen in der erwähnten Unschärfe der Ergebnisse, da generelle Schätzwerte pro Bauzone bzw. Zonenklasse verwendet werden. Speziell bei Industriebetrieben sind die standardisierten Schätzwerte sehr unsicher und andere relevante Risiken (z.B. Betriebsausfälle, ökologische Folgerisiken) sind nicht enthalten. Auch

werden Untergeschosse (insbesondere Tiefgaragen, Technikräume) nicht erfasst. Spezielle Sonderrisiken (z.B. Störfallbetriebe, Versorgungssicherheit) und eventuelle Personenrisiken finden in der standardisierten Risikokarte keinen Eingang, was je nach Verwendung zu berücksichtigen ist.
Im Zusammenhang mit der (Risiko-)Beurteilung von einzelnen Projekten müssen auch andere Faktoren wie z.B. der bauliche Zustand der Bauwerke, Kombinationen mit anderen Bauvorhaben (Überbauungen, Strassenbau etc.) oder auch gesetzliche Vorgaben (z.B. Gewässerschutzgesetz) beachtet werden.

6. Schlussfolgerung

Die Risikokarte bildet für den Kanton, die Gemeinden sowie für Planer eine gute Grundlage, um begründete Strategien im Sinne eines effizienten und wirtschaftlichen Mitteleinsatzes zu gewährleisten. Dies wurde aber nur möglich, da schon früh in der Ausarbeitung der Wegleitung zur Naturgefahrenanalyse die wichtigsten Punkte, insbesondere das Datenmodell und die Vorgaben zur Risikokarte (NGK 1999) geregelt wurden und somit heute im gesamten Abklärungsgebiet des Kantons einheitlich vorliegen.

7. Literatur

BUWAL 1999: Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Umwelt-Materialien Nr. 107/I und Nr. 107/II

HBA 2014: Hochbauamt des Kantons St.Gallen, 2014. Risikoscreening Portfolio Hochbauten

NGK 1999: Naturgefahrenkommission des Kantons St. Gallen, 1999. Wegleitungen zur Naturgefahrenanalyse

TBA 2016: Meusburger, H., 2016. Naturgefahren im Kanton St. Gallen, Gesamtübersicht (in Erarbeitung)

Kontaktadresse:
Tiefbauamt des Kantons St. Gallen
Abteilung Gewässer
Sektion Naturgefahren
Ralph Brändle
Lämmlisbrunnenstrasse 54
9001 St. Gallen
ralph.braendle@sg.ch