

Property protection against flooding shown on a complex practical example

Objektschutz Hochwasser dargestellt an einem komplexen Praxisbeispiel

Thomas Egli¹; Daniel Sturzenegger¹; Pierre Vanomsen¹

ABSTRACT

The canton of St. Gallen runs an integrated rescue centre. It receives all emergency calls to the police, fire brigade and ambulance and coordinates their operations. In reference to the hazard mapping the centre is subject to frequent flooding (Annuality of 30). Expected damages will concern the operational capability, the working staff and massive property damage.

To reduce the high risk effectively, different protecting measures are proposed and evaluate due to feasibility, suitability for daily use, architecture, investment costs and maintenance costs. The proposed protecting measures may reduce the initial risk from 710'715 CHF/year to 66'000 CHF/ year.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Kantonale Notrufzentrale (KNZ) des Kantons St. Gallen ist eine integrierte Notrufzentrale. Sie empfängt sämtliche Notrufe der Bevölkerung an die Polizei, Feuerwehr und Sanität und koordiniert die Einsätze. Aufgrund der Gefahrenkartierung ist davon auszugehen, dass bereits bei einem häufigen Hochwasser (Jährlichkeit 30) das Gebäude überschwemmt wird und neben den betrieblichen Störungen und Personenschäden auch massive Sachschaden im Rahmen von CHF 20 Mio. entstehen können.

Damit das grosse Risiko wirksam gesenkt werden kann, werden verschiedene Schutzmassnahmen vorgestellt und aufgrund der technischen Machbarkeit, Praxistauglichkeit, Beeinflussung der gegebenen Architektur, Investitions- und Unterhaltskosten evaluiert. Mit den gewählten Schutzmassnahmen kann das Ausgangsrisiko von ursprünglich 710'715 CHF/Jahr auf 66'000 CHF/Jahr gesenkt werden.

Mit Hilfe des risikobasierten Ansatzes lassen sich die effizienten Massnahmen für den Objektschutz ermitteln. Schliesslich sind neben den rein wirtschaftlichen Faktoren auch weitere Aspekte von gleichbedeutender oder sogar höherer Wichtigkeit und somit für den erfolgreichen Objektschutz gegen Hochwasser zu berücksichtigen.

KEYWORDS

property protection; risk; risk-based planning of measures; flooding

¹ Egli Engineering AG, St. Gallen, SWITZERLAND, egli@naturgefahr.ch

EINFÜHRUNG

Die Kantonale Notrufzentrale (KNZ) des Kantons St. Gallen liegt an den alten Stadtmauern von St. Gallen und ist ein Werk des Architekten Santiago Calatrava. Die KNZ steht im potentiellen Überflutungsgebiet der Steinach, siehe dazu auch Abbildung 3.



Abbildung 1: Die Kantonale Notrufzentrale (KNZ) in St. Gallen. Der muschelförmige Bau ist umgeben von den historischen Bauten der Klosteranlage (Quelle: Egli Engineering AG).

Die KNZ ist eine integrierte Notrufzentrale; hier werden sämtliche Notrufe der Bevölkerung an die Polizei, Feuerwehr und Sanität aus dem Kanton St. Gallen sowie teilweise aus Appenzell Innerrhoden und Ausserrhoden empfangen. Die KNZ alarmiert die Einsatzkräfte der Blaulichtorganisationen. Zusätzlich ist die KNZ die Alarmierungsstelle für den kantonalen Führungsstab und dient als Verkehrsleitstelle.

Die für das kantonale Sicherheitsdispositiv ausserordentlich wichtige Funktion der KNZ verlangt auch den Betrieb während eines Elementarereignisses. Dies erfordert die Kenntnis der Eindringstellen des Wassers und den darauf basierenden Schutz der Infrastruktur mittels Objektschutzmassnahmen.

METHODEN

Die Methodik orientiert sich an bestehenden Grundlagen der Risikoanalyse, Risikobewertung und der Massnahmenevaluation und folgt grundsätzlich dem Risikokonzept für Naturgefahren (siehe Abbildung 2, Bründl M. (Ed.) (2009)).

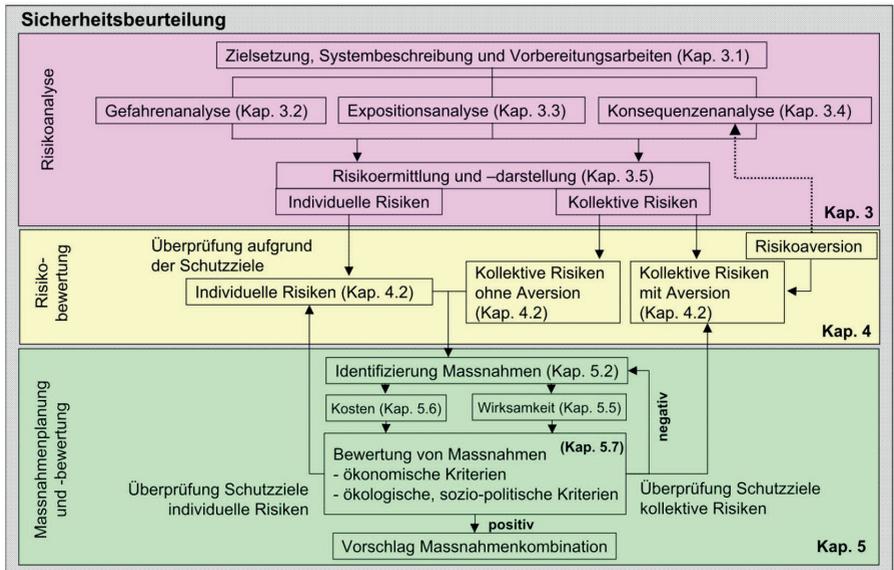


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen für die risikobasierte Planung von Schutzmassnahmen gemäss Bründl M. (Ed.) (2009)

ERGEBNISSE

Risikoanalyse

Die Risikoanalyse hat zum Ziel die Sach- und Personenrisiken quantitativ zu bestimmen und eine qualitative Einschätzung des Betriebsrisikos zu geben.

Risikoanalyse: Gefahrenanalyse

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, zeigt die Gefahrenbeurteilung bereits bei einem Hochwasser mit einer 30 – jährlichen Wiederkehrdauer eine Überflutung an. Das Wasser fliesst über den ehemaligen Bachlauf längs der Strassen ab. Auch bei einem seltenen (HQ_{100}) und sehr seltenen Hochwasser (HQ_{300} und EHQ) entlastet der Vorfluter (die Steinach) auf dieselbe Weise.

Aufgrund der Multiplikation von Fliesstiefe [m] und Fließgeschwindigkeit [m/s] des Wassers wird die Intensität definiert. Die starke Intensität ist grösser $2 \text{ m}^2/\text{s}$, die mittlere Intensität bewegt sich zwischen 0.5 und $2 \text{ m}^2/\text{s}$ und die schwache Intensität ist kleiner $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$. Bei Fließgeschwindigkeiten kleiner 1 m/s ist nur die Fliesstiefe massgebend.

Risikoanalyse: Expositionsanalyse

Die möglichen Eintrittsstellen des Wassers in das Gebäude sind in Abbildung 4 dargestellt: Die Eintrittsstelle 1 umfasst ein Tor und die beiden Personaleingänge. Die Stelle 2 sind zwei

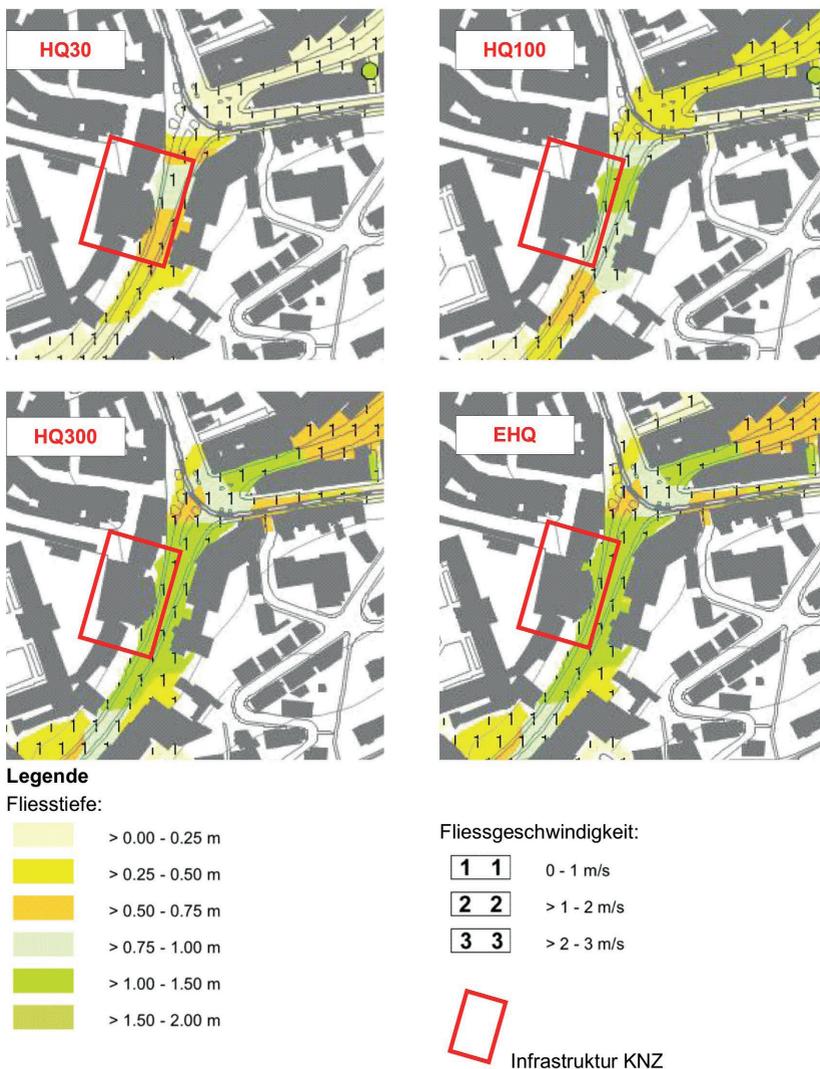


Abbildung 3: Fliesstiefe und Fließgeschwindigkeit bei der Kantonale Notrufzentrale (KNZ) (Naturgefahrenkommission des Kantons St. Gallen (2008).

Aussentüren des Nachbargebäudes, welches mit der KNZ verbunden ist. Die Eintrittsstelle 3 sind Kanalisationsleitungen, welche im Hochwasserfall rückgestaut werden. Bei hohen Fliesstiefen kann Wasser über das Fenster in das Gebäude eindringen (Eintrittsstelle 4) oder über die Leitungsdurchbrüche in das Gebäude gelangen (Eintrittsstelle 5).

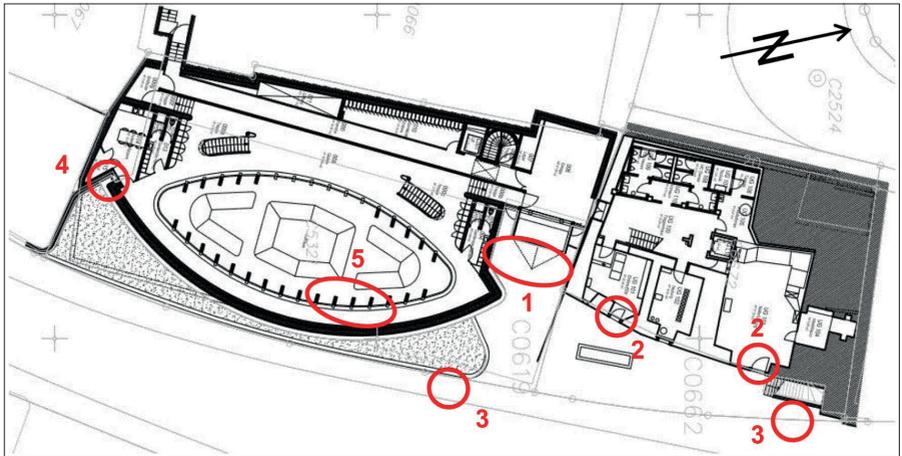


Abbildung 4: Eintrittstellen an der Kantonale Notrufzentrale (KNZ)

Im Falle einer Überschwemmung der KNZ besteht für die Personen im Untergeschoss eine Gefährdung, im Obergeschoss sind die Personen sicher. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Einsatzdisponenten im Untergeschoss sind während eines Tages 166 Personenstunden; dies entspricht einer durchschnittlichen Belegung von 6.9 Personen während 24 Stunden.

Risikoanalyse: Konsequenzanalyse

Sind die Eintrittstellen eingestaut, kommt es zur vollständigen Flutung des Untergeschosses (Betriebsraum, Apparateraum, Technikraum, Lüftung/Säntitär und Leitstelle) und zu Schäden im Erdgeschoss (Garageraum, 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 CHF 20 Mio. entspricht. Die Kosten setzen sich zusammen aus den getätigten Renovierungen im Jahre 2008 mit Investitionen in die Elektrotechnik, Lüftung und Stromverteilung im Umfang von CHF 12 Mio. Weiter werden bei einer Überflutung Heizungsanlage, Funk- und Telefonanlage, sowie Mobiliar beschädigt und im geringen Umfang werden auch Gebäudeschäden auftreten. Diese Schäden werden auf CHF 8 Mio. geschätzt. Der gesamte Sachschaden von CHF 20 Mio. beinhaltet keine weiteren Schäden, z. B. durch Verformungen infolge Gebäudeauftriebs.

Die Wahrscheinlichkeit eines Todesfalls (Letalität) bei einer Überschwemmung in der KNZ wird wie folgt angenommen: Schwache Intensität: 0, mittlere Intensität 0.025, starke Intensität 0.24. Die Letalität ist hoch, da der Fluchtweg auf den Brandschutz ausgerichtet ist und unglücklicherweise dem Fließweg des Wassers folgt.

Risikoermittlung: Sachrisiko

Es ist davon auszugehen, dass bereits bei einem 30 – jährlichen Hochwasser der Steinach der gesamte Sachschaden entstehen kann. Bei einem extremeren Ereignis (HQ_{100'} HQ₃₀₀ und EHQ) steigt der Sachschaden kaum mehr an.

Tabelle 1: Sachrisiko der Kantonale Notrufzentrale (KNZ)

Wiederkehrperiode [Jahre]	Sachschaden [CHF]	Häufigkeit	Sachrisiko [CHF/Jahr]
30	20'000'000	0.023	460'000
100	20'000'000	0.007	140'000
300	20'000'000	0.002	40'000
1'000	20'000'000	0.001	20'000
Total			660'000

Risikoermittlung: Personenrisiko

Das Schadenausmass wird in Anzahl Todesfälle ausgedrückt und ist das Produkt aus der Anzahl anwesender Personen in der KNZ (6.9 Personen) und der Letalität. Der Todesfall kann als Geldwert ausgedrückt werden, dazu wird er monetarisiert. Wie hoch ein Todesfall monetarisiert wird, hängt ab von der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft zur Verhinderung eines Todesfalles; in der Schweiz werden in der Regel CHF 5 Mio. verwendet (Bründl M. (Ed.) (2009)).

Tabelle 2: Schadenausmass Personen

Intensität	Letalität	Personen	Monetarisierung [CHF]
schwach	0	6.9	0
mittel	0.025	6.9	862'500
stark	0.24	6.9	828'0000

Es wird angenommen dass bei der Wiederkehrperiode 30 und 100 Jahre eine mittlere Intensität und bei einem 300- und 1'000-jährlichen Hochwasser starke Intensität im Gebäude vorliegt. Das Produkt der Jährlichkeit und des Schadenausmasses ergibt das Personenrisiko und beträgt 50'716 CHF/Jahr:

Risikoermittlung: Betriebsrisiko

Der technische Ausfall der KNZ lässt sich dank den redundanten Systemen (Einsatzleit- und Informationssystem der Kantons- und Stadtpolizei St. Gallen, ELIS) mit Einschränkungen bewältigen. Die Kosten für eine Betriebsverlegung werden nicht beziffert und fliessen nicht in die Risikoanalyse ein.

Tabelle 3: Personenrisiko der Kantonale Notrufzentrale (KNZ)

Wiederkehrperiode [Jahre]	Personenschaden [CHF]	Häufigkeit	Personenrisiko [CHF/Jahr]
30	862'500	0.023	19'838
100	862'500	0.007	6'038
300	828'0000	0.002	16'560
1'000	828'0000	0.001	8'280
Total			50'716

Risikobewertung

Das Massnahmenziel von Schutzvorkehrungen an bestehenden Bauten wird so festgelegt, dass der jährliche Nutzen (Risikominderung) die jährlichen Kosten übersteigt. Im vorliegenden Fall führt dies zur Konsequenz, dass für Schutzmassnahmen Kosten von CHF 644'715 investiert werden können. Das Massnahmenziel entspricht im vorliegenden Fall einem 300-jährlichen Ereignis.

Massnahmenplanung

Das hohe Risiko soll mit geeigneten Massnahmen wirksam reduziert werden (Egli T. (2005)). In der Folge werden einige Massnahmen genauer vorgestellt. Die Bemessung der Massnahme richtet sich nach der Wiederkehrperiode des Hochwassers (Schutzziel), der Fliesshöhe aus der Intensitätskarte und einer Reserve (Freibord) von 0.25 m. Daraus ergibt sich eine Höhe der Objektschutzmassnahme von 1.75 m.

Massnahmenplanung: Vorschlag 'Sperre' bei der Eintrittsstelle 1

Auf der Länge von 6.1 m schützt ein Dammbalkensystem vor Hochwasser. Fix eingebaut und permanent sichtbar sind die seitlichen Führungsschienen und die im Boden versenkten Ankerpunkte. Falls aus architektonischer Sicht die Führungsschienen nicht akzeptabel sind, können diese auch ausgehängt werden, so verbleiben nur die Fixationspunkte im Mauerwerk. Entscheidend für die Funktionssicherheit ist ein rechtzeitiger und fachgerechter Aufbau des Systems. Dazu braucht es Personal, das permanent zur Verfügung steht und ein Warnsystem, das die Aktivitäten auslöst.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Kriterien zum Dammbalkensystem

Umsetzung	Grundsätzlich einfach. Aufwendig im Fall der Datenübermittlung mit Kabel.
Praxistauglichkeit	Keine Einschränkung zum heutigen Betrieb im Normalzustand. Doch unter Umständen ist mit häufigem Aktivierungsalarm zu rechnen und der Zutritt in die KNZ ist verwehrt.
Architektur	Kleiner Eingriff (seitliche Führungsschienen)
Unterhalt	Jahreskontrolle und periodische Reinigung
Investition	<ul style="list-style-type: none"> - Dammbalken CHF 30'000.- inkl. bauliche Umsetzung - Warnsystem CHF 30'000.- inkl. bauliche Umsetzung

Massnahmenplanung: Vorschlag 'Barriere und abdichten Türen' bei der Eintrittsstelle 1

Hinter dem bestehenden Tor soll eine automatische Barriere den Wasserzutritt verhindern. Die Barriere ist innerhalb der Garage und damit äusserlich nicht sichtbar. Die Barriere wird nur im Ernstfall geschlossen und ist im Ruhezustand hochgefahren.

Die beiden Personaleingänge müssen mit je einer zusätzlichen Drucktüre vor dem Wasser geschützt werden. Die Drucktüren müssen auf der Aussenseite angebracht werden, damit erhöht die Wassermasse den Anpressdruck auf den Türrahmen und die Dichtigkeit steigt.

Massnahmenplanung: Schutzmassnahmen bei den restlichen Eintrittsstellen

Die restlichen Eintrittsstellen werden mit Hochwasserschutztüren (Stelle 2, siehe Abbildung 4), Rückstauklappen (Stelle 3), Hochwasserschutzfenster (Stelle 4) und Leitungsabdichtungen (Stelle 5) abgedichtet.

Massnahmenwahl

Um die Eintrittsstelle 1 zu schützen, wurden neben den oben genannten Vorschlägen auch ein Klappschott und ein Schlauchwehr vorgeschlagen. Beide Massnahmen sind jedoch bei der Detailplanung nicht weiter verfolgt worden, da die beengenden Verhältnisse im Torbereich nicht genügend Platz für diese beiden Varianten boten.

Der Auftraggeber entschied sich für den Einsatz eines Dammbalkensystems mit Alarmierung, wasserdichte Türen, Fenster, Rückstauklappen und Leitungsabdichtungen.

Risikoanalyse nach Massnahmen

Mit den ausgeführten Objektschutzmassnahmen ist die KNZ bei einem 300-jährlichen Hochwasser der Steinach geschützt mit einem Risiko nach Massnahmen von 66'000 CHF / Jahr. Die Risikoanalyse nach Massnahmen geht von einer Wirksamkeit der Objektschutzmassnahmen von 90% aus. Dieser Wert ist hoch, besonders für mobile Massnahmen wie der Einsatz des Dammbalkensystems. Doch mit dem Alarmierungssystem und der permanenten Anwesenheit der Disponenten kann eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden. Entsprechend reduzieren sich die Sachschäden auf 10% zum ursprünglichen Wert. Personenschäden sind keine mehr zu erwarten da die Disponenten gewarnt sind.

Es ergibt sich somit eine Risikoreduktion von ursprünglich 710'715 CHF/Jahr auf 66'000 CHF /Jahr, der Nutzen ist entsprechend 644'715 CHF/Jahr

FAZIT

Die Kantonale Notrufzentrale (KNZ) liegt im Überflutungsbereich bei einem Hochwasser der Steinach. Die durchgeführte Risikoanalyse zeigt ein sehr hohes Risiko für die KNZ von 710'715 CHF/Jahr. Mit den aufgezeigten Objektschutzmassnahmen kann dieses Risiko reduziert werden auf 66'000 CHF/Jahr. Die Schutzmassnahmen können somit das Risiko sehr effizient verringern.



Abbildung 5: Das eingebaute Dambalkensystem vor dem Tor der KNZ

LITERATUR

- Bründl M. (Ed.) (2009): Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern.
- Egli T. (2005): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen VKE, Bern.
- Naturgefahrenkommission des Kantons St. Gallen (2008): Naturgefahrenanalyse Steinach. Projektverfasser Bänzinger Partner AG, Oberriet; Basler und Hofmann AG, Esslingen.