Bundesamt für Wasser und Geologie BWG

Objektschutz

Massnahmen und ihre Wirtschaftlichkeit bei Wildbächen, Flüssen und Seen dargestellt anhand von 4 Fallbeispielen

Egli Engineering

Impressum

© Copyright 2002

Auftraggeber
Bundesamt für Wasser und Geologie
Postfach
2501 Biel

Dr. Armin Petrascheck (Leitung)
Roberto Loat (Stellvertretung)

Projektleitung
Prof. Dr. Willi H. Hager
Versuchsanstalt für Wasserbau
ETH Zentrum
8092 Zürich

Autor
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Technologiezentrum
Lerchenfeldstrasse 5
CH – 9014 St. Gallen

E-Mail: egli@naturgefahr.ch
Internet: www.naturgefahr.ch

Inhalt

Zusammenfassung		**3**
I	**Zielsetzung und Vorgehen**	**4**
II	**Objektschutz als Teil der Hochwasservorsorge**	**5**
III	**Voraussetzungen des Objektschutzes**	**8**
IV	**Fallbeispiel Dorfbach Sachseln**	**9**
V	**Fallbeispiel Kelchbach Naters**	**17**
VI	**Fallbeispiel Alpenrhein Widnau**	**28**
VII	**Fallbeispiel Vierwaldstättersee Luzern**	**36**
VIII	**Schlussfolgerungen der Fallbeispiele**	**51**
IX	**Herausforderungen für die Zukunft**	**52**
X	**Literatur**	**53**

Zusammenfassung

Permanente und temporäre Objektschutzmassnahmen
Die Fallbeispiele weisen für die Schweiz einen grossen **Nachholbedarf an hochwassergerechter Bauweise** aus. Bei Wildbächen (Dorfbach Sachseln, Kelchbach Naters) kann durch permanente Objektschutzmassnahmen das Personen- und Sachrisiko massgeblich reduziert werden. Aufgrund der kurzen Vorwarnzeit (Minuten bis Stunden) eignen sich temporäre Massnahmen nur in Einzelfällen. Bei Talflüssen (Rhein Widnau) und Seen (Vierwaldstättersee Luzern), mit einer Vorwarnzeit von Stunden bis Tagen, können zusätzlich zu den permanenten Massnahmen auch temporäre Vorkehrungen zur Schadenprävention getroffen werden.
Hochwassergerechtes Bauen verursacht **keine oder nur geringe Mehrkosten**, wenn von Beginn der Projektierung die Gebäudekonzeption angepasst an dieses Gefährdungsbild gestaltet wird.

Information und Sensibilisierung
Bei allen untersuchten Gemeinden ist die Information und Sensibilisierung ein bedeutender Faktor zur Ergreifung von Objektschutzmassnahmen. Als wichtigstes Informationsmittel über die Gefahrensituation dient die **Gefahrenkarte**. Sie wird oftmals erst verspätet erstellt und ihr Inhalt wird nicht einer breiten Öffentlichkeit kommuniziert. Dieser Informationsmangel behindert die **Bildung des Gefahrenbewusstseins**. Ein Objektschutz fehlt aus Unkenntnis der tatsächlichen Gefährdung und aus Unkenntnis der Möglichkeiten der Schadenvorsorge. In den meisten angetroffenen Fällen handelt es sich also um **Entscheidungen in Unwissenheit der Gefahrensituation**.

Technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit
Bei allen Fallbeispielen wurde die Machbarkeit von Objektschutzmassnahmen untersucht. Technisch befriedigende, bauliche Massnahmen sind möglich. Der Lösungsfächer ist an **bestehenden Bauten** allgemein stark eingeschränkt im Gegensatz zu den Möglichkeiten bei Neubauten. Bei der Detailplanung müssen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden, etwa in Bezug auf die **Dichtigkeit der Gebäudehülle** und die **Sicherheit gegenüber Auftrieb**.
Erstaunliche Resultate zeigen sich in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit. Bei gewerblich genutzten Gebäuden mit Untergeschossen weisen Objektschutzmassnahmen allgemein ein **Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1 zu 10** auf. Bei Wohngebäuden sind bauliche Massnahmen an bestehenden Gebäuden effizient, wenn die Wiederkehrperiode der Überschwemmung kleiner ist als 100 Jahre.

Durchsetzung und Koordination
Der Vollzug des Objektschutzes basiert in allen Fallbeispielen auf der **Eigeninitiative der Betroffenen**. Dieser Umstand ist an sich zu begrüssen. Aufgrund der oben erwähnten Unkenntnis der Gefährdung bei der Mehrheit der Betroffenen ergibt sich jedoch ein Bedarf nach Regelung durch die **öffentliche Hand** und durch das **Versicherungswesen**. Als Mittel dieser Durchsetzung können das Baureglement mit dem Zonenplan, das Baubewilligungsverfahren und die Ausgestaltung der Versicherungsbedingungen dienen.
Objektschutzmassnahmen müssen im weiteren untereinander koordiniert werden. Hierbei übernimmt die Baubehörde der Gemeinde eine regelnde Funktion.

Herausforderungen der Zukunft
Der Objektschutz ist als Mittel der Schadenprävention noch nicht etabliert in der Schweiz. Es bedarf Anstrengungen in der **Ausbildung der Ingenieure und Architekten, der Durchsetzung auf Gemeindeebene, der Differenzierung im Versicherungswesen und der Information der Bauherren**.

I Zielsetzung und Vorgehen

Die vorliegende Untersuchung betrachtet die Möglichkeiten des Objektschutzes bei Hochwasser. Für verschiedene naturräumliche und gesellschaftliche Ausgangssituationen werden die Bedingungen für einen wirtschaftlichen Mitteleinsatz analysiert.

Ziel dieser Studie ist es, anhand von Fallbeispielen die wirkungsvolle Anwendung von Massnahmen des Objektschutzes in der Schweiz zu dokumentieren.

Der Objektschutz bildet ein Teilbericht des Projektes „Hochwasservorsorge“ des Bundesamtes für Wasser und Geologie. In weiteren Teilberichten werden die Gefahrensituation, die Schadensbilder und die Notfallplanung bei denselben Fallbeispielen untersucht.

Die Untersuchungen zum Objektschutz stützen sich zur Hauptsache auf die Ergebnisse der Teilberichte Gefahrensituation und Schadensbilder. Vor Ort wurde mittels Interviews der Gebäudeeigentümer und ergänzenden Feldaufnahmen an den Untersuchungsobjekten gearbeitet.

Die Ergebnisse werden in Form von abschliessenden Berichten zu den Fallbeispielen präsentiert. Am Schluss dieses Teilberichtes findet sich eine vergleichende Betrachtung mit weitergehenden Schlussfolgerungen.

II Objektschutz als Teil der Hochwasservorsorge

Mit den Mitteln der Hochwasservorsorge wird versucht, den weiteren Anstieg der Schadenpotenziale zu begrenzen. Bei der Bauvorsorge handelt es sich um den Objektschutz im engeren Sinn:

- ∉ Flächenvorsorge
- ∉ Bauvorsorge = **Objektschutz**
- ∉ Verhaltensvorsorge
- ∉ Risikovorsorge

Diese Instrumente beeinflussen die Art, das Ausmass, die Empfindlichkeit und die Tragbarkeit des Schadenpotenzials. Die Ausführungen dieses Kapitels basieren zur Hauptsache auf einer Studie der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (vgl. IKSR 2002).

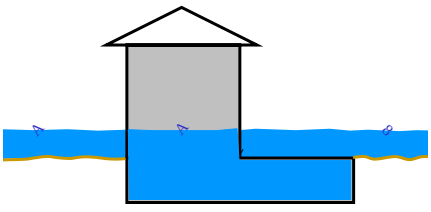
Flächenvorsorge

Die Flächenvorsorge stellt das Grundgerüst zur Steuerung des Schadenpotenzials dar. Sie kann das Maß und die Art der baulichen Nutzung steuern. Die Wirksamkeit dieses Instrumentes entfaltet sich bei konsequenter Anwendung über eine längere Zeitdauer.
Die **Freihaltung** stellt die wirksamste Maßnahme zur Begrenzung möglicher Schäden dar. Nimmt in hochwassergefährdeten Gebieten die bebaute Fläche stetig zu, so wird das Schadenausmaß weiterhin wachsen, selbst wenn die Neubebauung angepasst an die Gefährdung erfolgt.
Freihaltung von Bebauung muss nicht in jedem Fall eine Freihaltung von jeglicher Nutzung bedeuten. Diese Flächen können, je nach Überschwemmungshäufigkeit, landwirtschaftlich oder für Freizeitaktivitäten genutzt werden. Flächen mit geringem Schadenpotenzial sind gerade im Katastrophenfall zur Ableitung und kurzzeitiger Speicherung der ausufernden Wassermengen nützlich.
Bau- und Nutzungsvorschriften verlangen, dass das zu erstellende Gebäude oder die Anlage angepasst an die bestehende Gefährdung erfolgt. Ziel ist es, im Ereignisfall Schäden Dritter, Umweltschäden, sowie das Schadenausmaß zu begrenzen.
Der Umfang der Vorschrift ist am Gefährdungsgrad (Gefahrenstufe) und am Schutzbedürfnis des Objektes zu definieren. Je intensiver und häufiger die Gefahr und je höher das Schutzbedürfnis des Gebäudes desto strengere Vorschriften sind behördlich zu fordern.
Bau- und Nutzungsvorschriften führen längerfristig zu einer Schadenabnahme, indem Umbauten und Neubauten an die Gefährdungssituation angepasst erfolgen.

Bauvorsorge / Objektschutz

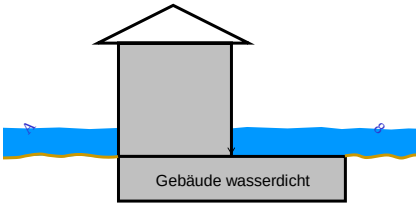
Die Bauvorsorge versucht mittels angepasster Gebäudenutzung und -ausstattung (nasse Vorsorge) oder mittels Maßnahmen der Abdichtung und Abschirmung (trockene Vorsorge) die Schäden zu minimieren.

Nasse Vorsorge:



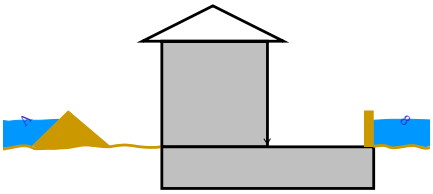
Die Gebäudeflutung (wenn möglich mit Frischwasser) stellt in Verbindung mit angepasster Nutzung und Ausstattung eine Massnahme zur Schadenbegrenzung dar. Diese Massnahme muss zwingend im Falle von nicht auftriebssicheren Gebäuden angewandt werden. Die **angepasste Nutzung** der gefährdeten Räume vermag das Schadenpotenzial um 30 bis 40% zu reduzieren. Die Verwendung von **wasserunempfindlichen Materialien** für Gebäude und Einbauten erlauben das Schadenpotenzial zwischen 15 bis 35% zu reduzieren.

Trockene Vorsorge: Abdichtung



Die vollständige **Abdichtung** von Gebäuden bewirkt eine Freihaltung des Gebäudeinnern vor der Wassereinwirkung. Die Wirksamkeit der Abdichtung liegt bei wasserdichtem Keller bei einer Schadenminderung von 75 % - 85 % des Gesamtschadens. Ist eine Flutung des Kellers erforderlich, so liegt die Wirksamkeit zwischen 10 % und 40 %. Bei Abpumpen des zulaufenden Wassers wird eine Schadenminderung von 50 % - 60 % erreicht, wenn nur der Keller betroffen ist und eine Schadenminderung von 60 % – 70 %, wenn Keller und Erdgeschoss betroffen sind. Der Einsatz dieser Maßnahme ist in Gebieten mit großen Überschwemmungstiefen stark eingeschränkt.

Trockene Vorsorge: Abschirmung



Durch eine **Abschirmung** wird das Wasser vom Gebäude ferngehalten, was einen Einfluss auf die Ausbreitung und Intensität der Überschwemmung ausüben kann. Bei ihrem Einsatz darf die Gefährdung von benachbarten Objekten nicht erhöht werden.
Die **erhöhte Anordnung** ist eine sehr effiziente und preisgünstige Variante zum Schutz von Neubauten. Es sind folgende Möglichkeiten durchführbar:

- Anordnung auf Stützen: Diese Variante lässt viel gestalterischen Freiraum und die Möglichkeit, den Raum unter dem Gebäude als Parkplatz zu nutzen.
- Anordnung auf Mauern: Die Nutzungsmöglichkeiten des Gebäudes werden dadurch erweitert.
- Anordnung auf Schüttung: Diese Möglichkeit ist vor allem bei angrenzenden Hanglagen sehr kostengünstig und sinnvoll bei hohem Grundwasser.

Die Erstellung eines Dammes oder einer Mauer stellt eine weitere Möglichkeit der Abschirmung dar. Die Zufahrt kann durch eine Rampe oder ein wasserdichtes Tor sichergestellt werden.
Maßnahmen der **Abschirmung** können das bestehende Schadenausmaß um 60 % - 80 % reduzieren. Der verbleibende Schaden und somit der Gesamtwirkungsgrad hängt stark vom Schadenpotenzial im Keller ab. Ist dieser abgedichtet, kann nahezu 100% Wirksamkeit erreicht werden. Der Einsatz dieser Maßnahme ist in Gebieten mit großen Überschwemmungstiefen deutlich eingeschränkt.

Massnahmen an Öltanks:



Auslaufendes Heizöl führt bei länger andauerndem Einstau zu einer Verdoppelung bis Verdreifachung des Schadenausmaßes. Aus diesem Grund ist bei der Bauvorsorge der **Sicherung von Öltanks** (Bild Auftriebsschutz Öltank Basel Stadt: Corbat) die höchste Aufmerksamkeit zu widmen. Ölaustritte erhöhen das Schadenausmaß, da Öl sich auch in wasserunempfindliche Gebäudeteile wie Kacheln festsetzen kann und so umfangreiche Sanierungsarbeiten nach sich zieht. Folgende Bauschäden sind speziell dem Öl zuzuschreiben:

- Erneuerung von Decken, Kacheln, Anstrich und Putz
- Austausch von Wänden (Mauerwerk, Holz)

Verhaltensvorsorge

Information, Ausbildung und Vorbereitung sind Vorbedingungen der Verhaltensvorsorge. Ihre Wirksamkeit besteht im Bilden des Gefahrenbewusstseins und im Erkennen der eigenen Handlungsmöglichkeiten. Allein dadurch kann längerfristig eine Reduktion des Schadenwachstums erwartet werden. Die konkrete Planung der Verhaltensvorsorge vollzieht sich sowohl bei den Vertretern der Gefahrenabwehr wie auch bei jedem Einzelnen und schlägt sich im **individuellen Notfallplan** nieder. Dieser listet die vorsorgenden Notmassnahmen in ihrer Rheinfolge auf. Bei der Konzeption von Vorsorgemaßnahmen ist die verfügbare Vorwarnzeit von maßgebender Bedeutung. Diese reicht von wenigen Minuten in den Bergregionen bis zu mehreren Tagen an großen Strömen.

Das **Ausräumen** und **Hochräumen** (Bild: Selt) beweglicher Gegenstände ist die einfachste und naheliegendste Maßnahme, die von Betroffenen ohne Vorinformation bei unerwarteten Überflutungen am meisten angewandt wird. Je nach verfügbarer Vorwarnzeit kann unterschieden werden:



- Einfaches Ausräumen: kleine Gegenstände
- Intensives Ausräumen: große Gegenstände
- Vollständiges Ausräumen: Ausbau von montiertem Inventar.

Räumungsarbeiten im Keller müssen unbedingt vor Beginn der Überschwemmung eingestellt werden.

Je nach Aufwand bei der Vorsorge kann der Gesamtschaden durch das **Ausräumen** und **Hochlagern** des Mobiliars bei Wohnnutzung um 20 bis 50 % verringert werden. Als Vorbedingung muss überschwemmungsfreier Raum in den Gebäuden zur Verfügung stehen und die Vorwarnzeit muss zur Sicherung des Mobiliars ausreichen.
Die Verhaltensvorsorge bei Gewerbe und Industrie ist sehr vielfältig und je nach Branche anders gelagert. Die Art der gefährdeten Güter, die zu sichernden Mengen und das verfügbare Personal bestimmen die Maßnahmen.
Hochwasserschäden in großen Betrieben erreichen rasch zwei- und dreistellige Millionenbeträge. Die Kosten der Vorsorgemaßnahmen und der Einsatzübungen betragen jedoch nur wenige Promille oder Prozente davon.

Risikovorsorge

Ziel der Risikovorsorge ist es, das Schadenausmaß und die Schadenlast bei sehr seltenen Ereignissen zu begrenzen. Hierzu dienen die Gefahrenabwehr, der Katastrophenschutz und - für die finanzielle Absicherung – die Versicherungen.
Die Wirksamkeit des **Katastrophenschutzes** lässt sich vor allem qualitativ bewerten. Die Evakuierung und Rettung verhindert Todesopfer. Die Gefahrenabwehr reduziert die Schadenwahrscheinlichkeit. Eine allgemeine Quantifizierung der Wirksamkeit in Bezug auf die Reduktion des Schadenausmaßes ist nicht möglich. In Gebieten mit großen Überflutungstiefen kommt dieser Risikovorsorgeart eine hohe Bedeutung zu.
Mittels eines angemessenen **Versicherungsschutzes** wird das verbleibende Restrisiko von seltenen und extremen Ereignissen tragbar. Mit Hilfe geeigneter Versicherungsbedingungen können die Bauvorsorge und die Verhaltensvorsorge gefördert werden. Die Versicherungen können dadurch eine wichtige Funktion im Prozess der Sensibilisierung, Information und Ausbildung übernehmen.
Ohne den Hinweis bzw. die Auflage zur Eigenvorsorge, insbesondere bei häufige Ereignissen, kann keine Begrenzung des Schadenpotenzialwachstums erwartet werden.

III Voraussetzungen des Objektschutzes

Warnung

Rechtzeitige und zuverlässige **Hochwasserwarnungen** und **-vorhersagen** sind die Basis einer effektiven Verhaltensvorsorge. Die Warnungs- und Vorhersagezeiten sind je nach Gewässer stark unterschiedlich:

Typische Vorwarnzeiten in der Schweiz sind:
An Bächen: **Minuten**
An Talflüssen: **Stunden**
An Seen: **Tage**
Daraus ergibt sich die wichtige Schlussfolgerung für den Objektschutz:

Der permanente bauliche Objektschutz findet an Bächen seine Hauptanwendung, während bei Talflüssen und Seen zusätzlich temporäre Massnahmen von Bedeutung sind.

Die Warnung ist wie die Information und die Vorbereitung eine Vorbedingung der Verhaltensvorsorge. Je präziser und zuverlässiger eine Warnung ausfällt, desto höhere Wirksamkeit werden die Notmassnahmen erreichen. In der Schweiz ist eine Warnung bei Seen und bei grossen Talflüssen (Rhein, Aare, Rhone, Thur) eingerichtet. Die Warnung bei Bächen (inkl. Wildbächen) beschränkt sich auf Einzelfälle mit grösserem Einzugsgebiet (ab rund 50 km^2) und vorhandenem Schadenpotenzial.

Gefahrenkenntnis

Unter der **Gefahrenkenntnis** wird das Wissen um die tatsächlich vorhandene Gefährdung verstanden. Die vorhandene Hochwassergefährdung ist oft nicht leicht erkennbar. Dieses Problem verschärft sich bei technischen Hochwasserschutzmaßnahmen, die einen vollumfänglichen Schutz vortäuschen. Zudem bewirkt die heutige Mobilität, dass die Bewohner die Gefährdung durch Gewässer und den Umgang damit nicht mehr kennen.
Dort wo Erfahrungen mit Überschwemmungen vorhanden sind, findet dieses Wissen oftmals nicht den Weg zu allen Betroffenen des Gebietes. Die **Überschwemmungsgefährdungskarten** vermitteln dieses Wissen und erfassen nicht nur historische, sondern auch mögliche, zukünftige Ereignisse. Überschwemmungsgefährdungskarten dienen als Grundlage für Abwägungen und Festlegungen zur Flächen-, Bau- und Verhaltensvorsorge.

Gefahrenbewusstsein

Das **Gefahrenbewusstsein** ist kurz nach einem Ereignis bei Betroffenen sehr präsent. Mit dem Ausbleiben von Überschwemmungen vermindert sich entsprechend das Bewusstsein über die latent vorhandene Gefährdung. Hochwasser müssen als ein Teil des eigenen Lebensraumes erkannt werden. Der Bewohner muss um seine eigene Betroffenheit wissen. Hat er selbst noch kein Hochwasser erlebt, so muss mit Hilfe der Überschwemmungsgefährdungskarten dieses Wissen übermittelt werden. Illustrationen vor Ort mittels **Hochwassermarken** an Gebäuden und Hinweistafeln sind sehr hilfreich.



IV Fallbeispiel Dorfbach Sachseln

Einleitung

Das Fallbeispiel Sachseln ist wegen der häufig wiederkehrenden Hochwasser von Interesse. Seit dem Jahr 1800 wurden neun grössere Schadenereignisse aufgezeichnet. Im langjährigen Mittel erfolgte somit **alle 20 bis 25 Jahre ein Bachausbruch** mit grossen Schadenfolgen. Das Ereignis vom 15.08.1997 wird in Bezug auf die Abflussmenge als das Schwerste eingestuft. Der Dorfbach von Sachseln brach innerhalb der letzten 25 Jahre dreimal aus: 15.08.1975, 11.08.1984 und 15.08.1997. Die Bewohner wurden also in der nahen Vergangenheit mehrmals mit der Überschwemmungsproblematik konfrontiert. Ein spezielles Augenmerk dieser Untersuchung wurde daher dem Umgang der Bewohner mit dem latent vorhandenen Überschwemmungsrisiko gewidmet.

Vorgehen

Ausgehend von den vorhandenen Auswertungen zum Ereignis von 1997 wurden rund **5 Untersuchungsobjekte (Gebäude)** ausgewählt. Hier wurden Besichtigungen und wo möglich Befragungen der Betroffenen durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, ausgeführte und mögliche weitergehende Objektschutzmassnahmen zu beurteilen, sowie die Gründe für nicht realisierte Schutzmassnahmen an den Objekten zu erörtern.

Gewählte Untersuchungsobjekte

Die 5 Untersuchungsobjekte befinden sich im alten Dorfkern von Sachseln. Hier traten während des Ereignisses von 1997 mittlere bis hohe Überschwemmungsintensitäten auf. Bei den Objekten handelt es sich um Gewerbe- und Wohnnutzungen.

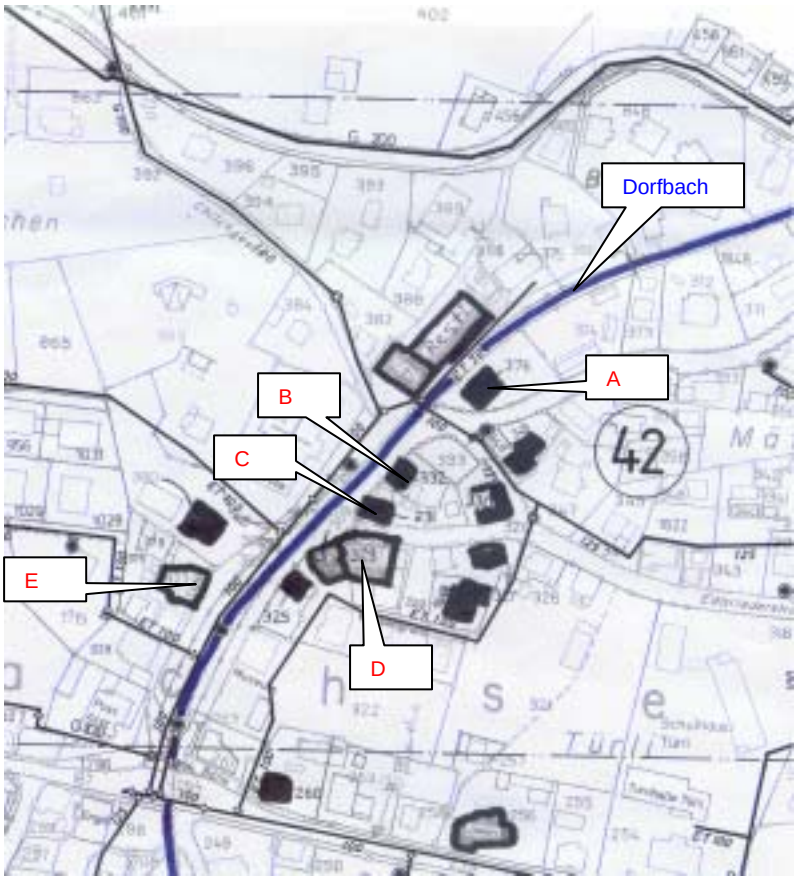


Abb.1: Untersuchungsobjekte

A: „Farbhaus“ Gewerbenutzung

B: Notariatsbüro und Wohnhaus

C: Verkaufsladen, Schuhmacherei und Wohnhaus

D: Hotel und Restaurant

E: Café und Bäckerei

Resultate

Gebäude Nr. A



Abb. 2: Zustand nach Ereignis 15.08.1997



Abb. 3: Zustand nach Wiederherstellung

a) Gefährdungsbild
Beschreibung: Dynamische Überschwemmung mit Geschiebeablagerung
Intensitäten: Beim Ereignis 1997 betrug die Überschwemmungstiefe rund 1 m, die Feststoffablagerungshöhe 2 m und die Fliessgeschwindigkeit rund 4 m/s.

b) Schadenbild
Beschreibung: Grosse Schäden an Gebäudeinhalt und –struktur infolge der grossen Dynamik. Personen sind im Erdgeschoss gefährdet, wenn sie diesen Ort nicht über einen Fluchtweg verlassen können.

c) Objektschutzmassnahmen
Ausgeführt: Keine
Möglichkeit: Damm- oder Mauerbauwerke auf der strömungszugewandten Seite. Schutzschilder zum Schutz der Öffnungen. Die Möglichkeiten sind beschränkt, da das Gebäude unter Heimatschutz steht.

Gebäude Nr. B



Abb. 4: Zustand nach Ereignis 15.08.1997



Abb. 5: Zustand nach Wiederherstellung

a) Gefährdungsbild
Beschreibung: Dynamische Überschwemmung mit Geschiebeablagerung
Intensitäten: Beim Ereignis 1997 betrug die Überschwemmungstiefe rund 1 m, die Feststoffablagerungshöhe 1.8 m und die Fliessgeschwindigkeit rund 4 m/s. Beim Ereignis von 1984 betrug die Überschwemmungstiefe lediglich rund 0.2 m, so dass kein Wasser in das Erdgeschoss eindrang.

b) Schadenbild
Personengefährdung: Personen sind im Erdgeschoss bei Ereignissen wie 1997 gefährdet, wenn sie diesen Ort nicht über einen Fluchtweg verlassen können.
Untergeschoss: Nicht vorhanden
Erdgeschoss: Totalschaden bei Ereignis 1997. Keine Beschädigung bei Ereignis 1984.
Obergeschosse: Lediglich Fassadenverschmutzung bei Ereignis 1997.
Gebäudeschaden: Schadensumme Fr. 340'000.-, Schadengrad 43 %
Umgebungsschaden: Fr. 60'000.-
Betriebsunterbruch: Rund 3 Monate Betriebsunterbruch mit Aktenwiederbeschaffung (Anwaltsbüro).

c) Objektschutzmassnahmen
Ausgeführt: Keine
Möglichkeit: Jalousien aus Metall zum Schutz der strömungszugewandten Fensterflächen vor Geschiebeanprall (autom. Schliesssystem). Aussentüre wasserdicht und druckresistent. Diese Massnahmen wurden vom Gebäudeeigentümer erwägt, aus Gründen des Heimatschutzes und der bevorstehenden Bachumleitung jedoch nicht realisiert.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduktion der dynamischen Anprallkräfte ist in Abb. 6 zkizziert.



Abb. 6: Schutzmauer als möglicher Objektschutz (Reduktion der dynamischen Einwirkung) für Gebäude Nr. B

Gebäude Nr. C



Abb. 7: Überschwemmungskoten 1997 / 1984



Abb. 8: Temporäre Schutzmassnahme

a) Gefährdungsbild
Beschreibung: Dynamische und zum Teil statische Überschwemmung mit Geschiebeablagerung
Intensitäten: Beim Ereignis 1997 betrug die Überschwemmungstiefe rund 1 m, die Feststoffablagerungshöhe 0.5 m und die Fliessgeschwindigkeit rund 2 m/s. Beim Ereignis von 1984 betrug die Überschwemmungstiefe lediglich rund 0.2 m, so dass kein Wasser in das Erdgeschoss eindrang, jedoch in den Keller.

b) Schadenbild
Personengefährdung: Personen sind im Keller oder Erdgeschoss bei Ereignissen wie 1997 gefährdet, wenn sie diesen Ort nicht über einen Fluchtweg verlassen können.
Untergeschoss: Vollständig überschwemmt sowohl 1984, wie auch 1997
Erdgeschoss: Die Überschwemmungstiefe von rund 1 m verursachte einen Totalschaden.
Obergeschosse: Keine Schäden
Gebäudeschaden: Schadensumme Fr. 350'000.-, Schadengrad 39 %
Umgebungsschaden: Fr. 50'000.-

c) Objektschutzmassnahmen
Ausgeführt: Bei allen Öffnungen des Keller- und Erdgeschosses sind Führungsschienen montiert und Schaltafeln bereitgestellt als temporäre Schutzmassnahme (vgl. Abb. 8).
Möglichkeit: Die vorbereiteten Massnahmen könnten mittels Gummieinlagen verbessert werden, so dass ihnen nicht nur eine abweisende, sondern eine abdichtende Wirkung zukommt.

Gebäude Nr. D



Abb. 9: Zustand nach Ereignis 1997



Abb. 10: Zustand nach Fertigstellung Neubau
(Rechts befindet sich Objekt Nr. C)

a) Gefährdungsbild
Beschreibung: Dynamische und statische Überschwemmung mit Geschiebeablagerung
Intensitäten: Beim Ereignis 1997 betrug die Überschwemmungstiefe rund 1 m, die Feststoffablagerungshöhe 0.5 m und die Fliessgeschwindigkeit rund 1.5 m/s. Beim Ereignis von 1984 betrug die Überschwemmungstiefe lediglich rund 0.2 m.

b) Schadenbild
Beschreibung: Totalschaden in Keller- und Erdgeschoss. Vollständiger Neubau des Gebäudes nach dem Ereignis 1997.

c) Objektschutzmassnahmen
Ausgeführt: Keine. Wie es Abbildung Nr. 10 verdeutlicht, befindet sich auf der Bergseite (strömungszugewandt) eine automatische, ebenerdig angeordnete Eingangstüre (im Hintergrund). Das Erdgeschoss ist hier gegenüber dem umliegenden Terrein sogar leicht vertieft angeordnet. Als Vergleich hierzu beachte man den erhöht angeordneten Zugang zu Gebäude Nr. C.
Möglichkeit: Der Eigentümer wollte das Erdgeschoss und die Eingänge im Sinne einer Schadenprävention höher legen. Dies wurde ihm v.a. aus Gründen des nationalen und kantonalen Heimatschutzes nicht bewilligt.

Gebäude Nr. E



Abb. 11: Zustand nach Ereignis 1997



Abb. 12: Zustand nach Fertigstellung Neubau (Schraffur: Möglichkeit einer Schutzmauer)

a) Gefährdungsbild
Beschreibung: Statische und dynamische Überschwemmung mit Sedimentablagerung
Intensitäten: Beim Ereignis 1997 betrug die Überschwemmungstiefe 0.6 – 1.5 m, die Feststoffablagerungshöhe max. 0.5 m und die Fliessgeschwindigkeit rund 2 - 4 m/s.

b) Schadenbild
Beschreibung: Keller- und Erdgeschoss erlitten 1984 und 1997 einen Totalschaden. Keller-, Erdgeschoss und 1. Obergeschoss wurden nach dem Ereignis 1997 vollständig neu gebaut. Die Planungs- und Bauzeit betrug knapp 3 Jahre bei einer Investition von Fr. 2.3 Mio.

c) Objektschutzmassnahmen
Ausgeführt: Keine. Wie es Abbildung Nr. 12 verdeutlicht, befindet sich auf der strömungszugewandten Seite eine automatische, ebenerdig angeordnete Eingangstüre, sowie eine grössere ebenerdig angeordnete Glasfront.
Möglichkeit: Die empfindliche Gebäudeseite könnte mittels einer vorgesetzten Schutzmauer (markiert in Abb. 12) teilweise geschützt werden. Im Rahmen der Neubauprojektierung hätten konzeptionelle Vorkehrungen gegen Hochwassereinwirkung eingeplant werden können. Zum Beispiel die erhöhte Anordnung des Erdgeschosses.

Zur Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen in Sachseln - dargestellt am Beispiel von Gebäude Nr. E

a) Zeitraum bis zur Realisierung der Bachumleitung (1997 – 2002, 5 Jahre)
Das vorhergehende Beispiel eignet sich für die Untersuchung der Frage der Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen. Es handelt sich um ein Restaurant-Café, welches 1984 und 1997 durch die Überschwemmungen einen Totalschaden erlitt (Untergeschoss und Erdgeschoss). In der folgenden Tabelle ist für drei Ereigniswahrscheinlichkeiten das Schadenausmass geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 5 Jahren. Somit können die **Schadenskosten pro Jahr** berechnet werden. Mittels Objektschutzmassnahmen wird versucht, diese Schadenskosten zu verringern. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen. Angesichts der Ergebnisse in der vierten Spalte wird es sinnvoll sein nach Massnahmen zu suchen, welche die Schäden der häufigen Ereignisse (Wiederkehrperiode 30 Jahre) verhindern. Die investierten Kosten sollen den Nutzen nicht übersteigen. Die **Jahreskosten für die Objektschutzmassnahme** sollen daher einen Betrag von Fr. 12'480.- nicht übersteigen. Dies entspricht einer einmaligen Investition von Fr. 57'158.- bei einem Zinssatz von 3 % innerhalb der betrachteten Periode von 5 Jahren. Für diesen Betrag könnte zum Beispiel die in Abb. 12 skizzierte Schutzmauer erstellt werden. Wäre dieser Betrag bereits bei der Projektierung der Neubaute bereitgestellt worden, hätte damit nach einer achitektonisch und sicherheitstechnisch verbesserten Lösung des Objektschutzes gesucht werden können.

Szenario	Eintreten während einer Gebrauchsdauer von 5 Jahren [-]	Geschätztes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Häufig (30-jährlich)	0.156	Ca. Fr. 0.4 Mio.	12'480.-
Selten (100-jährlich)	0.049	Ca. Fr. 0.5 Mio.	4‘900.-
Sehr selten (300-jährlich)	0.017	Ca. Fr. 0.7 Mio.	2‘380.-

Tab. 1: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Gebrauchsdauer von 5 Jahren

b) Zeitraum nach der Realisierung der Bachumleitung

Die Bachumleitung wurde im Jahre 2002 feierlich eingeweiht. Schäden sind jetzt nur mehr bei Ereignissen der Wiederkehrperiode von 300 und mehr Jahren zu befürchten. Dies bedeutet, dass mittels Objektschutzmassnahmen lediglich der potentielle Schaden eines sehr seltenen Ereignisses verhindert werden könnte. Beim betrachteten Café müssten dies Vorkehrungen mit langer Lebensdauer sein. Es ist zum Beispiel zu denken an erhöht angeordnete Verteilzentralen der Energieversorgung. Solche Massnahmen hätten beim Neubau ohne weiteres realisiert werden können. Die folgende Tabelle berücksichtigt als Berechnungsannahme eine Lebensdauer der Objektschutzmassnahme von 100 Jahren. Der Nutzen überwiegt die Kosten, wenn die **einmaligen Investitionskosten Fr. 62'812.-** nicht übersteigen (Zinssatz 3 %). Für diesen Betrag hätten zumindest in der Planungsphase des Neubaus rein konzeptionelle Vorkehrungen evaluiert werden können.

Szenario	Eintreten während einer Gebrauchsdauer von 100 Jahren	Geschätztes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Häufig (30-jährlich)	0.966	Kein Schaden	0.-
Selten (100-jährlich)	0.634	Kein Schaden	0.-
Sehr selten (300-jährlich)	0.284	Ca. Fr. 0.7 Mio.	1‘988.-

Tab. 2: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Gebrauchsdauer von 100 Jahren

c) Fazit

Dieses einfache Fallbeispiel zeigt, dass bei hohen Schadenpotenzialen eine Prüfung von Objektschutzmassnahmen immer angezeigt ist. Im vorliegenden Fall kann die Wirtschaftlichkeit selbst für eine kurze Gebrauchsdauer der Massnahmen nachgewiesen werden. Ist lediglich mit sehr seltenen Ereignissen zu rechnen, kann die Wirtschaftlichkeit von konzeptionellen Vorkehrungen bei einem Neubau dennoch gegeben sein.

Schlussfolgerungen des Fallbeispiels

Die Rolle der Behörden

Die Behörden aller Stufen (Bund, Kanton, Gemeinde) sind in der Schweiz im Rahmen der Hochwasserprävention gefordert. Im Sinne der neuen Strategie „Von der Gefahrenabwehr zur Risikokultur“ (vgl. Planat 1998) ist insbesondere die **Kommunikation über die bestehenden Gefahren und Risiken** und der Umgang damit ins Zentrum des Interesses gerückt. Der Ingenieur soll nach einem Schadenereignis nicht mehr nur die als passend erscheinenden Massnahmen zur Gefahrenreduktion erarbeiten, sondern **vor dem Ereignis planen**. Nur so kann man vermeiden sowohl den Schaden als auch die Kosten der Schutzmassnahmen tragen zu müssen. Als erster Schritt soll die Gefahren- und Risikosituation ermittelt und allen Betroffenen kommuniziert werden. Dies stellt das Grundgerüst für die nun beginnende Risikodebatte dar. Insbesondere auf Wildbachschwemmkegeln (wie in Sachseln) ist die vorhandene Gefahrensituation als seit Jahrhunderten geduldete Standorteigenschaft zur Kenntnis zu nehmen. Selbst mittels mehr oder weniger aufwändigen Massnahmen zur Gefahrenabwehr lässt sich diese Grundsituation nur schwer beeinflussen. Eine Aufgabe der Behörden muss es daher sein, mit aller Deutlichkeit an solchen Standorten auf die Grenzen der Gefahrenbeeinflussung aufmerksam zu machen. In Sachseln wurde nach dem Ereignis die Planung einer Bachumleitung an die Hand genommen. Diese Umleitung reduziert die Gefährdung auf dem besiedelten Kegelbereich. Die Gefährdung und somit das Risiko kann jedoch keineswegs vollständig eliminiert werden. Die Vorstellung eines Nullrisikos muss auf einem solch aktiven Wildbachkegel als Wunschtraum klassiert werden. Die Chronik zeigt, dass allein während den letzten 15 Jahren zwei schwere Hochwasser eingetreten sind. Mit Hilfe der Gefahrenkarte vor und nach Massnahmenergreifung lässt sich diese Tatsache als Information an die Betroffenen kommunizieren. Ohne dieses Instrument fehlt die klare Botschaft und die Handlungsanweisung hinsichtlich einer Elementarschadenprävention für die Betroffenen. Insbesondere im Fall von ortsunkundigen Neuzuzügern erfüllt **die Gefahrenkarte resp. die entsprechende Umsetzung in die Nutzungsplanung** eine wichtige Grundinformation. Diese stellt auch für die Ingenieure, Achitekten und die Sachversicherungen eine gute Ausgangslage für weitere Entscheidungen hinsichtlich präventiver Massnahmen am Gebäude dar.
Schliesslich ist es wiederum die Aufgabe der Behörden im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens entsprechende Schutzmassnahmen als Auflage zu fordern und deren Realisierung zu kontrollieren. Die Anliegen des Heimatschutzes sind zu berücksichtigen. Bei der Baubewilligung darf dieser Aspekt jedoch nicht allein ausschlaggebend sein.

Die Rolle der Versicherungen

Die Versicherer stehen in direktem Kontakt zu den betroffenen Eigentümern in Gefahrengebieten. Dieser direkte und unmittelbare Kontakt kann von diesen Versicherungen genutzt werden, um auf die Schadenempfindlichkeit der geplanten oder bestehenden Objekte aufmerksam zu machen. Unabhängig vom Versicherungsobjekt (Gebäude oder Inhalt) bestünde so die Möglichkeit den Bauherrn auf **Möglichkeiten des Objektschutzes** aufmerksam zu machen.
In Sachseln wurde diese Möglichkeit leider nicht genutzt. Insbesondere bei Gebäuden, welche nach dem Ereignis vollständig neu gebaut wurden, konnten keinerlei Sicherheitsvorkehren ermittelt werden. Die Schadenempfindlichkeit wurde sogar massiv verschärft, indem ebenerdig angeordnete bergseitige Öffnungen neu eingeplant und realisiert wurden. Dieses Verhalten der Bauherren, Architekten und den hier involvierten Privatversicherungen ist umso erstaunlicher, als die Bachumleitung ja nicht sofort, sondern erst nach jahrelanger Projektierungs- und Bauzeit ihre Wirkung entfaltet.
Allerdings können die privaten Versicherungen nur auf die Objekte ihrer Kunden im Rahmen des Vertragsabschlusses Einfluss nehmen. **Aus Konkurrenzgründen ist manchmal die Versuchung vorhanden, auf Restriktionen zu verzichten**.
Anders sieht die Situation im Falle einer öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherung aus. Versicherungspflicht und Monopol ergeben, zusammen mit der Annahmepflicht der Versicherung, eine sehr hohe Solidarität. Es bestehen gesetzliche Ausschlussbestimmungen gegenüber Bau- und Ausführungsmängeln sowie voraussehbaren, mit zumutbaren Massnahmen vermeidbaren Schäden. Auf dieser Grundlage lassen sich Objektschutzmassnahmen rechtlich durchsetzen. Damit kann aber auch verhindert werden, dass das Solidaritätsprinzip durch bauliche Versäumnisse strapaziert wird.

Die Wahrnehmung und das Handeln der Betroffenen

Das Fallbeispiel Sachseln verdeutlicht die sehr **unterschiedliche Risikowahrnehmung** der Betroffenen auf engstem Raum. Bei einem Eigentümer findet sich der Wille und die Bereitschaft aufgrund der vergangenen Schadenereignisse zu lernen und schadenempfindliche Baukonstruktionen zu vermeiden. Er ergreift die Massnahmen in Eigeninitiative. Offensichtlich lässt er sich nicht durch die in naher Zukunft zu erwartende Gefahrenreduktion zum Nullrisikotraum verleiten. Bei einem weiteren Eigentümer wurden verschiedene Objektschutzmassnahmen zumindest in der Planungsphase evaluiert. Schlussendlich wird auf deren Realisierung verzichtet, mit **Blick auf die Bachumleitung**. Bei einem dritten Eigentümer bestand der Wunsch zur Realisierung eines Neubaues mit erhöhtem Erdgeschoss. Diese vorsorgliche Schutzmassnahme wurde ihm aus Gründen des Heimatschutzes nicht gewährt.
Beim überwiegenden Teil der Betroffenen scheint die Verdrängung der Gefährdung das Leitmotiv zu sein: „Das was geschehen ist, wird kaum mehr geschehen und deshalb verhalte ich mich so, als würde es nicht mehr geschehen." Die Eigenverantwortung resp. die Elementarschadenprävention wird dadurch praktisch nicht wahrgenommen. Offensichtlich verleiten geplante wasserbauliche Massnahmen (nach Ereignis 1984: Geschieberückhaltebauwerk, nach Ereignis 1997: Bachumleitung) zu der Annahme, dass jegliche Gefährdung behoben werde („In den Griff bekommen").

Das Unterlassen von Objektschutzmassnahmen im vorliegenden Fallbeispiel

Das Unterlassen von Objektschutzmassnahmen lässt sich in diesem Fallbeispiel auf drei wesentliche Faktoren zurückführen:

- Die Behörden und Versicherungen unterliessen es (vor dem Hintergrund einer zukünftigen Bachumleitung), nach dem Schadenereignis auf die weiterhin vorhandene Gefahr hinzuweisen und Anreize oder Empfehlungen zur Ergreifung von Objektschutzmassnahmen (zumindest im Falle von Neubauten und Wiederherstellungen) zu veranlassen.
- Von der Seite der Behörden wurden vom Eigentümer gewünschte, vorsorgliche Schutzbemühungen aus Gründen des Heimatschutzes verhindert.
- Viele Betroffene verdrängen die vorhandene Gefahr und wähnen sich in einer Nullrisikosituation aufgrund der Abwehrmassnahmen am Bach.

Aus ökonomischer Sicht wären Objektschutzmassnahmen zumindest für die Dauer bis zur Realisation der Bachumleitung bei Gewerbebauten durchaus gerechtfertigt.

V Fallbeispiel Kelchbach Naters

Einleitung

Das Fallbeispiel Naters behandelt die Problemstellung eines Wildbaches mittlerer Einzugsgebietsgrösse. Im Unterschied zum Fallbeispiel Dorfbach Sachseln (E = 3 km^2) besteht beim Kelchbach (E = 32 km^2) eine grössere Zeitdauer für vorbereitende Massnahmen zur Verfügung. Die auftretenden Gefährdungsbilder und Intensitäten sind typisch für ein **Wildbach**. Es handelt sich örtlich um mittlere bis hohe Fliessgeschwindigkeiten, welche zu Erosionen und Geschiebeablagerungen führen. In Senken werden sich grössere Mengen an Feinsediment (Sand, Silt) ablagern und es sind grössere Einstautiefen möglich. Die detaillierten Berechnungen zu den auftretenden Intensitäten sind dem Teilbericht ‚Gefahrensituationen' zu entnehmen.

Vorgehen

In Naters liegt die letzte Überschwemmung des Kelchbaches längere Zeit zurück. Beim Ereignis vom 15.10.2000 konnte die Feuerwehr mittels **vorbereiteten Notfallmassnahmen** (Dammbalken entlang des Gerinnes, Baggerungen bei der Dorfplatzbrücke) eine Überschwemmung erfolgreich verhindern. Die Gefahr von Überschwemmungen ist der Gemeindebehörde daher bewusst. Sie liess bereits im Anschluss an die Überschwemmung der Saltina von 1993 in Brig eine Hochwasserstudie Kelchbach erarbeiten. Hierbei wurden v.a. bauliche Massnahmen an der Gefahrenquelle untersucht. Mit den vorliegenden Abklärungen zum Objektschutz werden die Möglichkeiten von Massnahmen im Gefahrengebiet aufgezeigt.
Als erster Schritt der Abklärungen wurde im potentiellen Überschwemmungsgebiet die Art und Empfindlichkeit des Schadenpotentials ermittelt. Es zeigt sich, dass die Mehrzahl der Wohnobjekte im Erdgeschoss nur **geringe Schadenpotentiale** aufweisen. Es handelt sich um Abstellflächen (Keller, Garage) und um Einrichtungen der Gebäudetechnik (Heizungsanlage, Stromversorgung). Von grösserem Schadenpotential sind die gewerblichen Objekte. Die Spitze des Schadenpotenzials bilden **zwei grössere Einkaufszentren**. Aufgrund dieser Ausgangslage wurden diese zwei Objekte zur näheren Untersuchung verwendet.

Untersuchungsobjekte

In der untenstehenden Abbildung sind die zwei Untersuchungsobjekte dargestellt.

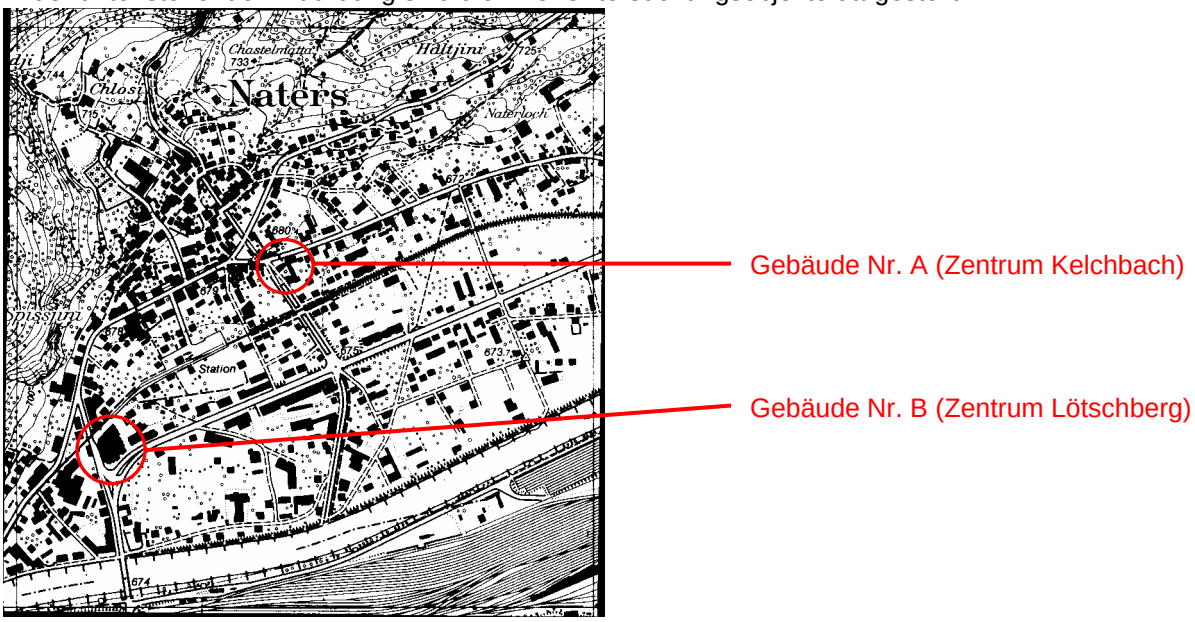


Abb. 1: Standort der Untersuchungsobjekte

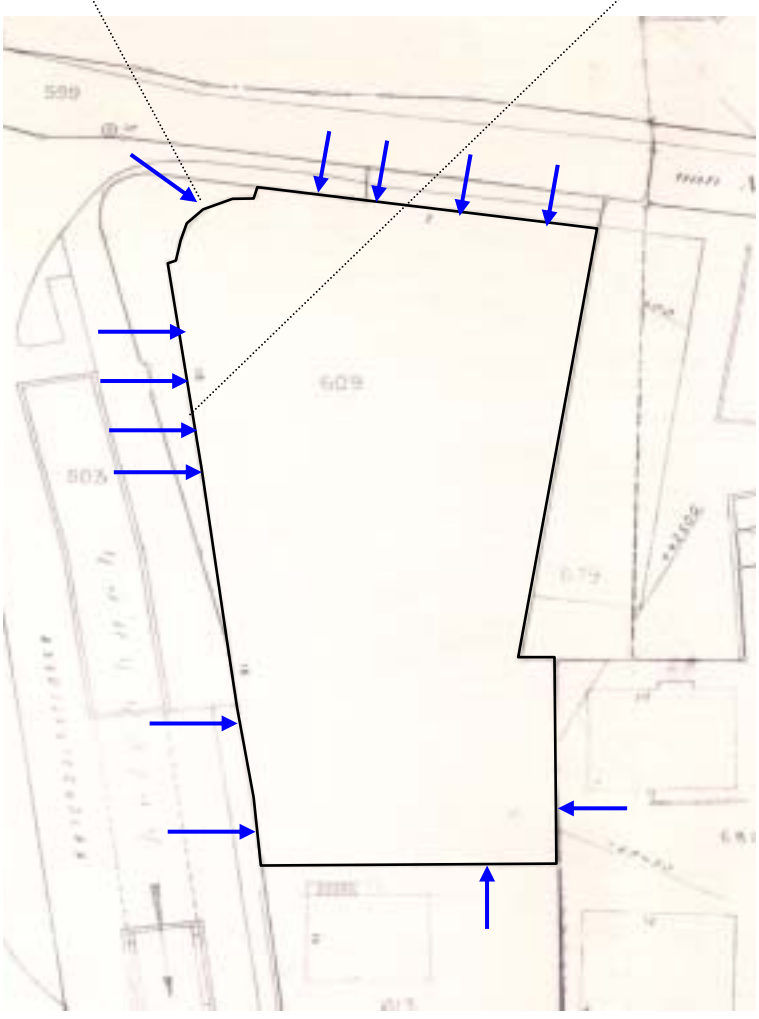
Resultate

Gebäude Nr. A (Zentrum Kelchbach)

a) Gefährdungsbild



Abb. 2: Front- und Seitenfassade des Gebäudekomplexes mit ungefähren Fliesstiefen. Die Energiehöhen beim Haupteingang betragen ca. 0.6 m bei HQ (Szenario 1) und ca. 0.8 m ab OK Terrain beim EHQ.



Bedeutender Fliessweg in das Gebäude

Abb. 3: Gefährdungsbild Gebäude Nr. A

Das Gebäude Nr. A wird aufgrund seiner Lage auf der nördlichen, westlichen und südlichen Seite von der Überschwemmung betroffen. Der bedeutenste Eintrittsweg des Wassers in das Gebäude bildet der Haupteingang zu den Verkaufsläden. Es handelt sich um eine automatische Glastürenfront, über welche das Wasser in die Erd- und Untergeschosse gelangt. Von weiterer Bedeutung sind die Aussentüren zu den Treppenhäusern. Über diese Zugänge gelangt das Wasser in die Wohnungen des Erdgeschosses und in sämtliche Untergeschosse. Einen weiteren Eintrittsweg bildet die Tiefgarageneinfahrt. Diese kann auch über ihre südlich und südöstlich angeordneten Fensterfronten geflutet werden. Bezüglich des Wassereintritts über Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen und Abwasserleitungen können keine Aussagen gemacht werden.

b) Schadenbild





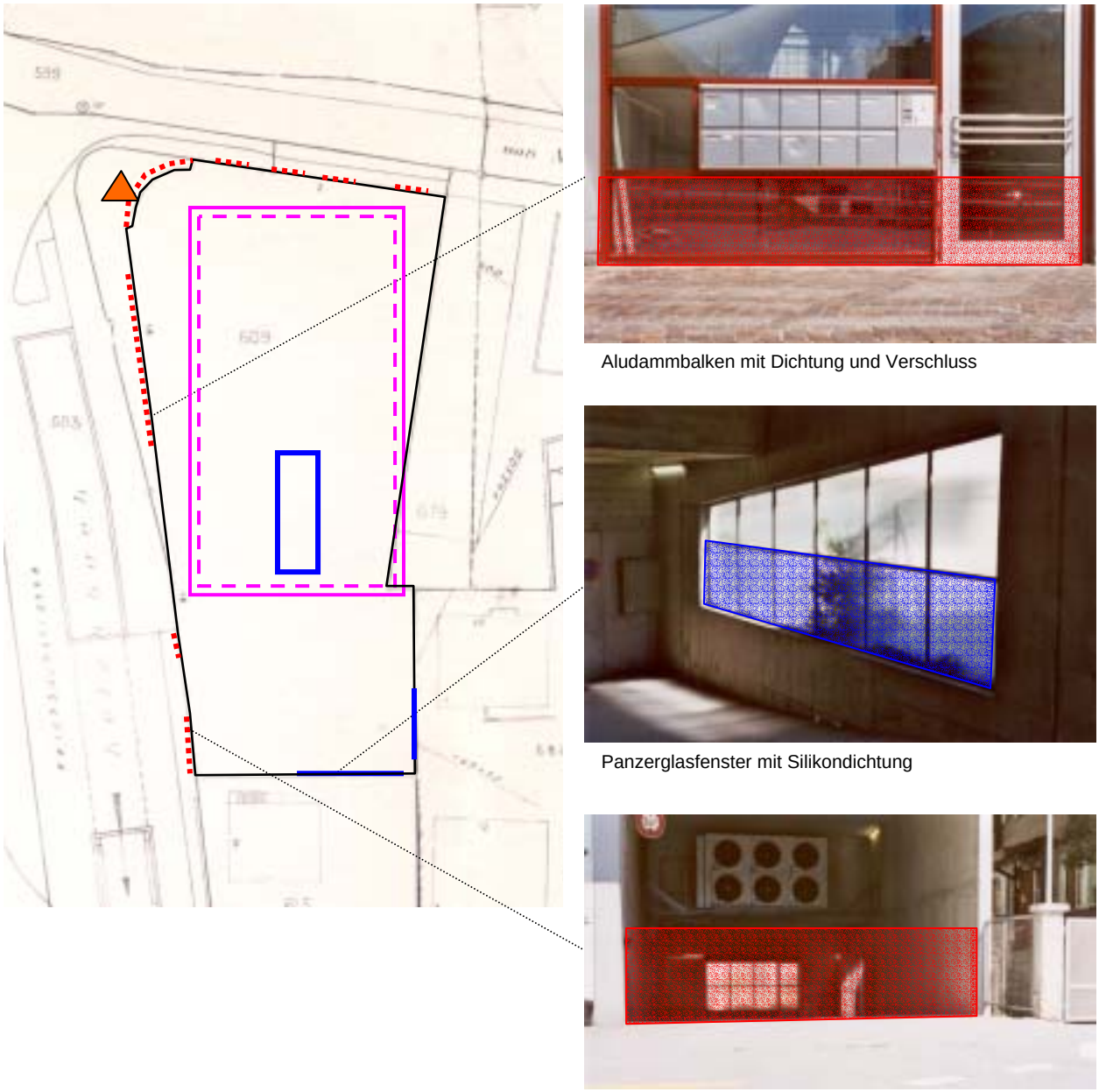
Abb. 4: Rolltreppenabgang zu den Verkaufsläden im 1. Untergeschoss und Gebäudetechnikzentrale im 2. Untergeschoss

Der Gebäudekomplex besteht aus **3 Untergeschossen**, einem Erdgeschoss und 4 Obergeschossen. Im 3. Untergeschoss befinden sich der Tankraum (Öltank von 35'000 Liter Inhalt) sowie die Waschküche und Parkraum der Tiefgarage. Im 2. Untergeschoss sind Einrichtungen der Gebäudetechnik untergebracht (Elektroverteilung, Lüftung, Heizzentrale) sowie Parkraum der Tiefgarage und Kellerabteile. Im 1. Untergeschoss befinden sich mehrere Verkaufsläden sowie Lagerräumlichkeiten. Im Erdgeschoss sind ebenfalls Verkaufsläden inkl. Post und Bank untergebracht. Die Obergeschosse werden zur Hauptsache als Wohnungen genutzt.
Bei einem Wassereintritt über den Haupteingang infolge Überschwemmung des Kelchbaches werden in Kürze die Verkaufsläden im 1. UG geflutet. Dies stellt insbesondere ein hohes **Personenrisiko** dar, da hochwassersichere Fluchtwege fehlen. Das Fluten des 2. Untergeschosses bewirkt, dass die gesamte Versorgung des Zentrums mit Strom, Lüftung und Wärme unterbrochen wird. Für sämtliche 35 Wohnungen in Obergeschossen wirkt sich daher eine Überschwemmung der Untergeschosse ebenfalls nachteilig aus. Der Hauptteil der Sachschäden wird durch den Totalschaden der Gebäudetechnik und der Ladeneinrichtungen im 1. UG verursacht. Der **Öltank** ist nicht gegen Auftrieb gesichert und würde im Schadenfall eine weitere massive Schadenerhöhung durch ausfliessendes Öl verursachen.

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Szenario 1 (HQ) Fliesstiefe 0.3 – 0.5 m	3 Untergeschosse und Teile des Erdgeschosses werden betroffen	Ca. Fr. 10 Mio.
Szenario 3 (EHQ) Fliesstiefe 0.4 – 0.7 m	3 Untergeschosse und das Erdgeschoss werden betroffen	Ca. Fr. 13 Mio.

Tab. 1: Geschätzte Schadenskosten ohne Objektschutzmassnahmen

c) Objektschutzmassnahmen



Aludammbalken mit Dichtung und Verschluss

Panzerglasfenster mit Silikondichtung

Aludammbalken mit Dichtung und Verschluss

Temporärer baulicher Objektschutz: Dammbalken im Erdgeschoss

Permanenter baulicher Objektschutz: Öltanksicherung, Panzerglasfenster

Temporärer Personenschutz: Schliessung der Ladengeschäfte im Untergeschoss bei Hochwasser

Permanenter Personenschutz: Einrichtung und Markierung von Fluchtwegen in den Untergeschossen

Bewachung des temporären Objektschutzes

Abb. 5: Mögliche Schutzmassnahmen

Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

Temporäre bauliche Massnahmen
Als temporäre bauliche Massnahme sind Dammbalken aus Aluminium mit Dichtungen vor den Eingangsöffnungen vorgesehen. Die Montage der Führungsschienen stellt eine permanente Vorkehrung dar und kann architektonisch befriedigend gelöst werden.
Als Alternative zu einer Abdichtung der Eintrittsöffnungen könnte eine dem Gebäude vorgesetzte Verteidigungslinie vorgesehen werden. Diese Massnahme könnte ebenfalls mittels Dammbalken aus Aluminium erfolgen, wobei die Druckkraft des Wassers über Stützen in den Untergrund abgeleitet wird. Als Nachteil dieser Variante ist zu werten, dass über die gesamten zu schützenden Gebäudelängen entsprechende Dammbalken anzuschaffen wären und sehr aufwändige Stützenwiderlager zu erstellen sind.
Der Einsatz dieser temporären Massnahmen erfordert Personal und eine rechtzeitige Vorwarnung. Die Vorwarnung könnte mittels einer automatischen Abflusspegelmessung und Alarmierung bei erreichen einer vordefinierten Kote erfolgen. Dieses Alarmsystem wäre für weitere Nutzniesser wie zum Beispiel die Feuerwehr hilfreich. Der Personalbedarf könnte auf der Grundlage eines Bereitstellungsvertrages mit einer Sicherheitsfirma gedeckt werden. Diese Personen könnten zugleich die Bewachung der Schutzvorkehrungen im Ereignisfall übernehmen.

Permanente bauliche Massnahmen
Die Auftriebsicherung des Öltanks stellt die bedeutenste permanente bauliche Massnahme dar. Im weiteren sind die Anschluss- und Entlüftungsleitungen hochwassersicher auszubilden.
Die Fensterfront im Bereich der Tiefgarageneinfahrt ist durch Panzerglas mit Stahlrahmen und Silikondichtung zu ersetzen.

Temporärer Personenschutz
Die Exponiertheit des Zentrums Kelchbach in Bezug auf eine Überschwemmung verlangt, dass sich bei Hochwassergefahr keine Personen in den Verkaufsläden im Untergeschoss aufhalten. Eine Schliessung der Läden muss in Verbindung mit dem Notfallkonzept der Gemeinde gesucht werden.

Permanenter Personenschutz
Im 1. Untergeschoss sind Fluchtwege einzurichten, welche in Bezug auf die Gefahr einer Überschwemmung wirkungsvoll sind.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)

In der folgenden Tabelle ist für zwei Ereigniswahrscheinlichkeiten das verhinderte Schadenausmass geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die durch Objektschutzmassnahmen verhinderten Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Szenario	Eintreten während einer Lebensdauer von 30 Jahren [-]	Verhindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verhinderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Szenario 1 (HQ) Fliesstiefe 0.3 – 0.5 m	0.260	Ca. Fr. 9.5 Mio.	82'333.-
Szenario 3 (EHQ) Fliesstiefe 0.4 – 0.7 m	0.030	Ca. Fr. 12 Mio.	12'000.-

Tab. 2: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Angesichts der Ergebnisse in der vierten Spalte wird es sinnvoll sein Massnahmen zu wählen, welche die Schäden des Szenario 1 verhindern. Die investierten Kosten sollen den Nutzen nicht übersteigen. Die Jahreskosten für die Objektschutzmassnahme sollen daher einen Betrag von Fr. 82‘333.- nicht übersteigen. Dies entspricht einer einmaligen Investition von Fr. 1'613‘740.- bei einem Zinssatz von 3 % innerhalb der betrachteten Periode von 30 Jahren.
Die in Abbilung Nr. 5 aufgelisteten Schutzmassnahmen stellen ein geschätztes Investitionsvolumen von Fr. 150'000.- - 200'000.- dar. Ihre Realisierung ist daher als sehr effizient zu beurteilen, da **das Kosten-Nutzen-Verhältnis 0.09 – 0.12 beträgt** bezogen auf Szenario 1.

Die Effizienz dieser Massnahmen vergrössert sich nochmals, angesichts der Möglichkeit einer Überschwemmung bei einem häufigeren Ereignis. Anlässlich des Hochwassers vom 15.10.2000 konnte eine Überschwemmung nur infolge des rechtzeitigen und reibungslosen Einsatzes der Feuerwehr verhindert werden. Der Spitzenabfluss dieses Ereignisses betrug lediglich rund die Hälfte eines angenommenen Abflusses von Szenario 1.
Im weiteren ist darauf hinzuweisen, dass keinerlei Schäden infolge Betriebsunterbruch in die obigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen eingeflossen sind.

e) Fazit

Ein modern ausgebautes Verkaufszentrum mit intensiv genutzten Untergeschossen stellt in Bezug auf Wildbachüberschwemmungen ein sehr hohes Schadenpotential dar. Zunächst ist **das Personenrisiko** zu betrachten, welches als hoch einzustufen ist, wenn bei Hochwassergefahr keine Ladenschliessung in Untergeschossen vorgenommen wird (vgl. die Todesfälle beim Hochwasserereignis 1993 der Saltina in Brig). Im weiteren erwächst der hohe Schaden durch eine Vernichtung der Gebäudetechnikzentralen, der Ladeneinrichtungen und der Fahrzeuge in der Tiefgarage.
Objektschutzmassnahmen stellen bei solchen Gebäudekomplexen eine **im höchsten Masse wirtschaftliche Investition** dar. Im vorliegenden Fall muss neben den baulichen Investitionen auch die Vorwarnung und der Personaleinsatz klar geregelt werden, da es sich v.a. um temporäre Schutzmassnahmen handelt.

Gebäude Nr. B (Zentrum Lötschberg)

a) Gefährdungsbild



Abb. 6: Fassadenansicht und Einfahrt in die Tiefgarage mit ungefähren Fliesstiefen



Abb. 7: Gefährdungsbild Gebäude Nr. B

Das Gebäude Nr. B wird aufgrund seiner Lage auf der nordwestlichen und westlichen Seite von der Überschwemmung betroffen. Der bedeutenste Eintrittsweg des Wassers in das Gebäude bildet die Einfahrt zur Tiefgarage. Von weiterer Bedeutung ist eine Aussentüre mit Treppenhausabgang in das Untergeschoss.
Über diese Zugänge gelangt das Wasser in das Untergeschoss. Bezüglich des Wassereintritts über Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen und Abwasserleitungen können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssten diese Eintrittswege noch speziell geprüft werden.

b) Schadenbild

Der Gebäudekomplex besteht aus einem Untergeschoss, einem Erdgeschoss und mehreren Obergeschossen. Im Untergeschoss befinden sich die Einrichtungen der Gebäudetechnik (Elektroverteilung, Lüftung, Heizzentrale) sowie Parkraum der Tiefgarage und Kellerabteile. Im Erdgeschoss sind Verkaufsläden inkl. Bankfiliale untergebracht. Die Obergeschosse werden zur Hauptsache als Wohnungen genutzt.
Das Fluten des Untergeschosses bewirkt, dass die gesamte Versorgung des Zentrums mit Strom, Lüftung und Wärme unterbrochen wird. Für sämtliche Wohnungen in Obergeschossen wirkt sich daher eine Überschwemmung des Untergeschosses ebenfalls nachteilig aus. Der Hauptteil der Sachschäden wird durch den Totalschaden der Gebäudetechnik und der Fahrzeuge in der Tiefgarage verursacht. Der Öltank ist nicht gegen Auftrieb gesichert und würde im Schadenfall eine weitere massive Schadenerhöhung durch ausfliessendes Öl verursachen.

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Szenario 1 (HQ)	1 Untergeschoss und Teile des Erdgeschosses werden betroffen	Ca. Fr. 1.5 Mio.
Szenario 3 (EHQ)	1 Untergeschoss und Teile des Erdgeschosses werden betroffen	Ca. Fr. 2.0 Mio.

Tab. 3: Geschätzte Schadenskosten ohne Objektschutzmassnahmen

c) Objektschutzmassnahmen

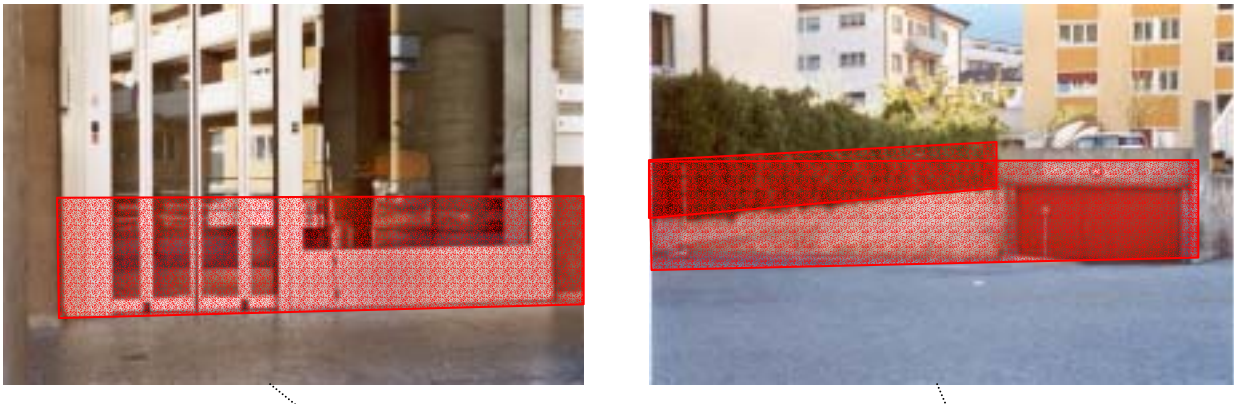


Abb. 8: Dammbalken zum Schutz von Eingängen und für die Tiefgaragenzufahrt



Temporärer baulicher Objektschutz: Schutz der Eingänge mittels Dammbalken

Alternative: Abdichtung der Gebäudetechnikzentrale

Abb. 9: Vorschlag von Objektschutzmassnahmen

Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

Massnahmenvariante: Schutz der Eingänge
Die Tiefgarageneinfahrt und die nordwestlich angeordneten Eingänge des Erdgeschosses werden mittels Aludammbalken geschützt. Dieses Schutzkonzept verfolgt das Ziel, dass kein Wasser in das Untergeschoss oder in das Erdgeschoss gelangt.
Der Einsatz dieser temporären Massnahme erfordert Personal und eine rechtzeitige Vorwarnung. Die Vorwarnung könnte über dasselbe Alarmsystem erfolgen, wie es beim Zentrum Kelchbach beschrieben wurde.

Massnahmenvariante: Schutz der Gebäudetechnikzentralen
Als Alternative zum Schutz der Eingänge kann als Konzept der Schutz der Gebäudetechnikzentralen im Untergeschoss angestrebt werden. Eine Überflutung der Kellerabteile und der Tiefgarage wird in diesem Fall akzeptiert. Diese Variante ist sinnvoll, wenn die Wände der betroffenen Räume dicht sind und dem Wasserdruck standhalten. Die Massnahme beschränkt sich dann auf den Einbau von wasserdichten Stahlvortüren, welche im Ereignisfall geschlossen werden (Alarmierung notwendig).
Diese Massnahme könnte bei zahlreichen Mehrfamilienhäusern in Naters eine prüfenswerte Variante darstellen infolge der hier verbreiteten Hochparterrebauweise.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)

In der folgenden Tabelle ist für zwei Ereigniswahrscheinlichkeiten das verhinderte Schadenausmass geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die durch Objektschutzmassnahmen verhinderten Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Szenario	Eintreten während einer Lebensdauer von 30 Jahren [-]	Verhindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verhinderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Szenario 1 (HQ)	0.260	Ca. Fr. 1.0 Mio.	8‘667.-
Szenario 3 (EHQ)	0.030	Ca. Fr. 1.5 Mio.	1‘500.-

Tab. 4: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Angesichts der Ergebnisse in der vierten Spalte wird es sinnvoll sein Massnahmen zu wählen, welche die Schäden des Szenarios 1 verhindern. Die investierten Kosten sollen den Nutzen nicht übersteigen. Die Jahreskosten für die Objektschutzmassnahme sollen daher einen Betrag von Fr. 8‘667.- nicht übersteigen. Dies entspricht einer einmaligen Investition von Fr. 169‘875.- bei einem Zinssatz von 3 % innerhalb der betrachteten Periode von 30 Jahren.
Die in Abbilung Nr. 5 aufgelisteten Schutzmassnahmen stellen ein geschätztes Investitionsvolumen von Fr. 50'000.- - 70'000.- dar. Ihre Realisierung ist daher als wirtschaftlich zu beurteilen, da **das Kosten-Nutzen-Verhältnis 0.29 – 0.41 beträgt** bezogen auf ein Szneario 1.
Die Effizienz dieser Massnahmen vergrössert sich angesichts der Möglichkeit einer Überschwemmung bei einem häufigeren Ereignis. Im weiteren ist darauf hinzuweisen, dass keinerlei Schäden infolge Betriebsunterbruch in die obigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen eingeflossen sind.

e) Fazit

Dieser Gebäudekomplex weist aufgrund seiner vergleichsweise extensiven Nutzung des Untergeschosses ein bedeutend geringeres Schadenpotential auf. Entsprechend geringere Investitionen des Objektschutzes lassen sich rechtfertigen. Immerhin wären bei einem Ausfall der Gebäudetechnik alle bewohnten Obergeschosse betroffen, so dass sich Schutzmassnahmen besonders der Vermeidung dieses Szenarios widmen sollen.

Schlussfolgerungen des Fallbeispiels

Die Rolle der Behörden

Die Gemeindebehörde ist sich seit längerer Zeit der Gefährdung durch den Kelchbach bewusst. Aus diesem Grund wurden mehrere Massnahmenkonzepte erarbeitet. Diese Behörde bekundet ihre Zielvorstellung mit der Absicht, möglichst jegliche Gefährdung durch den Kelchbach zu beseitigen.
Die Kantonal- und Bundesbehörden als Subventionsgeber wasserbaulicher Schutzbauten sehen sich gezwungen, die beschränkten finanziellen Mittel möglichst effizient zu verwenden. Im Falle von Naters erwies sich die Evaluation der möglichen wasserbaulichen Massnahmen als besonders schwierig.
Als Fazit bleibt eine Gefährdung infolge Überschwemmungen durch den Kelchbach bestehen. Aus der Sicht des Objektschutzes ist es unbedingt notwendig, diese Gefährdung in Form einer **detaillierten Gefahrenkarte** und in Form von Intensitätskarten darzustellen. Auf dieser Grundlage lassen sich Massnahmen im betroffenen Gebiet bemessen und ihre wirtschaftliche Notwendigkeit lässt sich abschätzen.

Die Wahrnehmung und das Handeln der Betroffenen

Die Gebäudewarte sind sich der Gefährdung durch den Kelchbach bewusst. Im Falle des Zentrums Kelchbach wird die Notwendigkeit von Objektschutzmassnahmen durch den Gebäudewart bejaht. Die Grundhaltung der Eigentümer gegenüber Objektschutzmassnahmen wurde hier nicht weiter abgeklärt. Im Falle des Zentrum Kelchbaches ist anzunehmen, dass die beübten Notfallmassnahmen der Feuerwehr den **Eindruck einer Sicherheit** hinterlassen, welche jedoch gegenüber seltenen Ereignissen nicht erreicht wird.

Die Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Objektschutzmassnahmen ist mit grösseren Unsicherheiten behaftet. Im Falle des Zentrum Kelchbaches kann ohne Zweifel ein grosses Schadenpotential bei einer Überschwemmung mittels Objektschutzmassnahmen verteidigt werden. Die **Unsicherheit** verbleibt auf der Seite der Wirksamkeit dieser temporären Objektschutzmassnahmen. Wird die berechnete Intensität der Überschwemmung durch die Modellierung richtig abgeschätzt? Besteht mit Hilfe des gewählten Alarmsystems genügend Zeit für das Einsetzen der Dammbalken?
Nach jedem Ereignis ist das gewählte Objektschutzkonzept zu überprüfen und es sind als notwendig erkannte Anpassungen vorzunehmen. Mit Hilfe dieser **Erfahrungen** können die verbliebenen Unsicherheiten kontinuierlich verringert werden.

VI Fallbeispiel Alpenrhein Widnau

Einleitung

Das Fallbeispiel Alpenrhein behandelt die **Problemstellung eines Talflusses**. Die Zeitdauer für vorbereitende Massnahmen ist grösser als bei Wildbächen jedoch massgeblich kleiner als bei Seeüberschwemmungen. Die auftretenden Gefährdungsbilder und Intensitäten sind typisch für ein Talfluss mit Hochwasserdämmen. Es handelt sich um mittlere bis hohe Fliessgeschwindigkeiten im Bereich der Dammbresche, welche zu Erosionen und Geschiebeablagerungen führen. Im weiteren Umfeld der Bresche werden sich grössere Mengen an Feinsediment (Sand, Silt) ablagern. In Senken sind **grosse Einstautiefen** möglich. Die detaillierten Berechnungen zu den auftretenden Intensitäten sind dem Teilbericht ‚Gefahrensituationen' zu entnehmen.

Vorgehen

Auf der Grundlage der Überschwemmungsmodellierungen wurde ein **industrielles Grossrisiko** als Untersuchungsobjekt gesucht. Die Firmen Setila AG (Industriebetrieb) und Viscosuisse AG (Eigentümerin der Gebäude und Grundstücke) stellen solche Objekte dar. Die technische Leitung dieser kunststoffverarbeitenden Betriebe erklärte sich zur Mitarbeit in diesem Fallbeispiel einverstanden. Aufgrund von Interviews und einer Betriebsbesichtigung konnte das Schadenpotential ermittelt und mögliche Varianten von Schutzstrategien entwickelt werden.

Untersuchungsobjekt

In der untenstehenden Abbildung sind das Untersuchungsobjekt dargestellt. Eine Überschwemmungsgefährdung geht vom Rhein und von der Böschach aus.

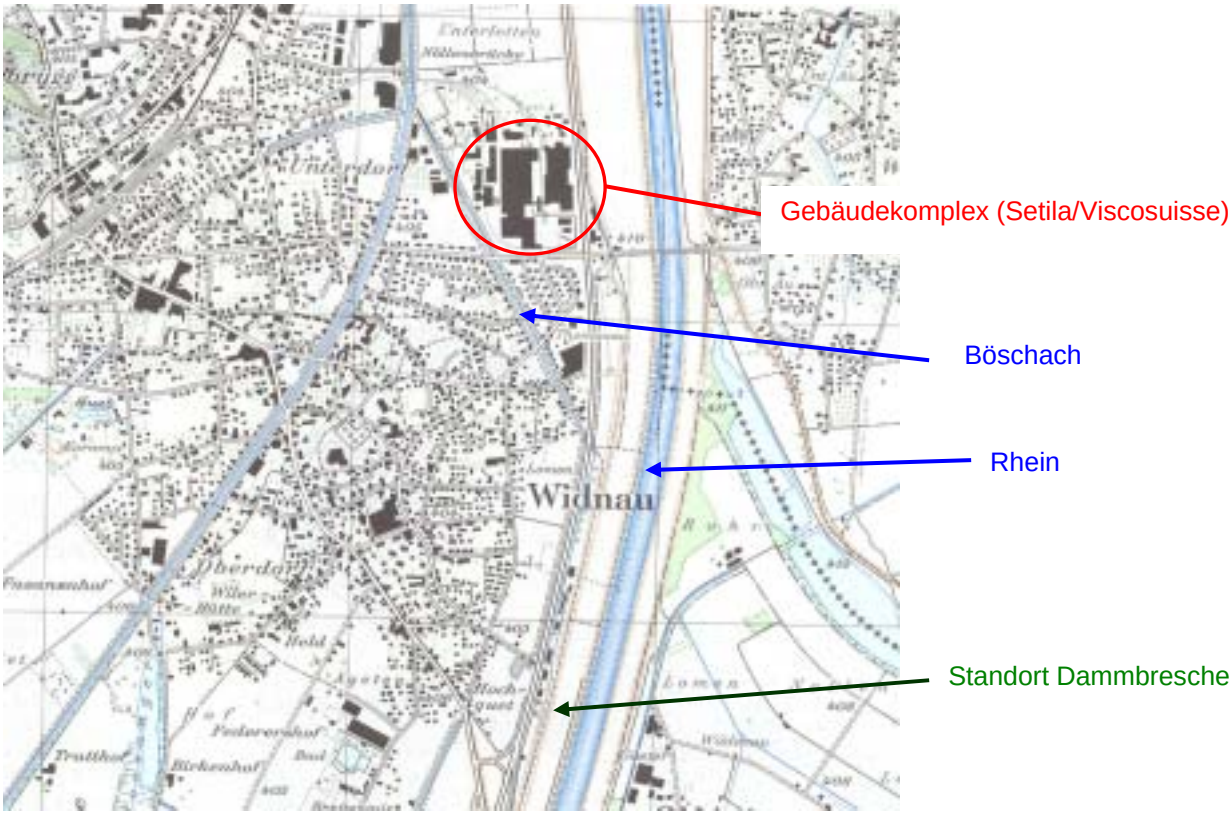


Abb. 1: Standort des Untersuchungsobjektes

Resultate

a) Gefährdungsbild

Der Gebäudekomplex kann infolge einer Überschwemmung der Böschach und infolge eines Dammbruches des Rheins betroffen werden. Im ersteren Fall erfolgt die Hauptzuflussrichtung aus südwestlicher Richtung. Die wahrscheinlichste Zuflussrichtung bei einem Dammbruch des Rheins ist aus Süd bis Ost zu erwarten.

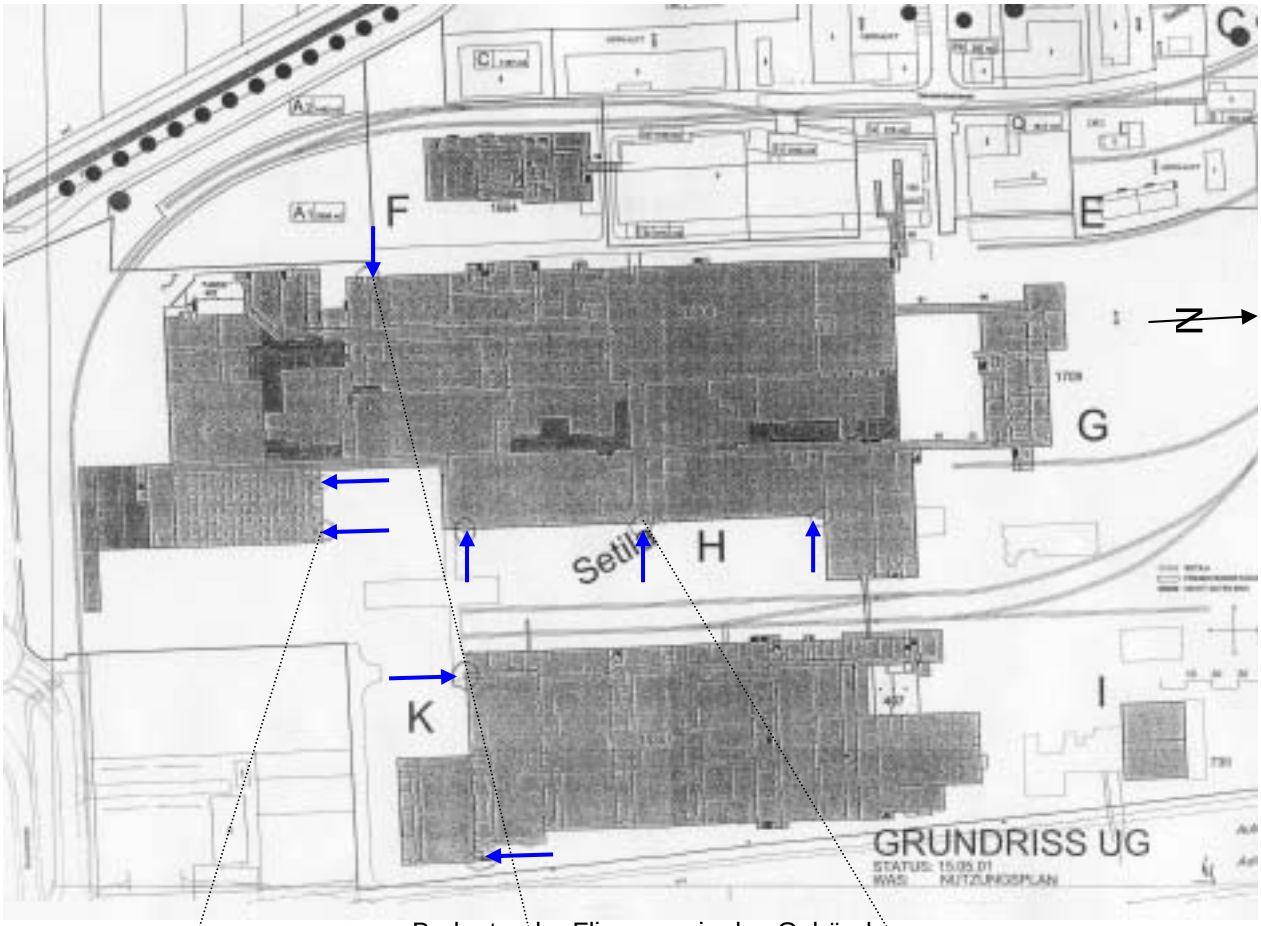








Abb. 2: Grundriss des Untergeschosses mit bedeutenden Fliesswegen in den Gebäudekomplex.

Die obenstehende Abbildung verdeutlicht die Standorte der gefährdeten Türen und Tore des Untergeschosses. Bezüglich des Wassereintritts über Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen und Abwasser-

leitungen können keine Aussagen gemacht werden. Die Wände eines der Lagergebäude müssen als undicht eingestuft werden

b) Schadenbild



Abb. 3: Polyester-Polymer Produktionsanlage für Chemiefasern

Schäden und Wertverlust an Gebäuden
Eine Überflutung betrifft zunächst die Untergeschossflächen von total 50'000 m^2. Der dadurch verursachte Schaden an den Immobilien dürfte eher gering sein. Als massgebliche Kosten sind die Reinigung zu berücksichtigen. Ein Totalschaden an den Immobilien kann durch die Kontamination des Wassers mit Oel und anderen starken Geruchsstoffen entstehen.

Schäden an den Betriebseinrichtungen und Lagerbeständen
Die Überflutung des Untergeschosses bewirkt den Ausfall der gesamten Energieversorgung und Haustechnik. Betroffen sind 2 10-kV-Ringnetze mit 20 Transformatoren (10‘000 / 380 V), Kompressoren mit Druckluftspeichern, Klimaanlagen, Kältemaschinen, Abwasserpumpwerke, Kesselspeisepumpen und Stickstoffpuffertanks.
Von den Betriebseinrichtungen sind die Palettenförderanlage für Fertigprodukte betroffen, sowie die Inverteranlagen und Umschaltfelder für alle Spinnmaschinen. Die Beschickung des Hochregallagers fällt aus und Teile der Granulieranlage sind betroffen. Diese Auswirkungen führen zu einem **totalen Produktionsausfall**, welcher allein durch die Überschwemmung der Untergeschosse verursacht wird.

Schäden verursacht durch die Freisetzung wassergefährdender Stoffe
Auf dem Betriebsareal wurden bis Ende Februar 2002 grössere Mengen an wassergefährdenden Stoffen gelagert. Es handelt sich um Heizöl, Ethylenglykol, Dimethyl-Terephthalat, Marlotherm, Methanol, Salzsäure und Natronlauge. Bei einer Flutung der Untergeschosse ist mit der Freisetzung von rund 35'000 Liter Oel und Marlotherm zu rechnen. Kleinere Mengen an Chemikalien könnten durch Aufschwimmen von verschlossenen Fässern freigesetzt werden. Bei einer schweren Überflutung des Rheins infolge Dammbruch im Bereich des Betriebes könnten die grossen Tanks ebenfalls Leckschlagen (3400 t Heizöl EL).

Ertragsausfall infolge Betriebsunterbruch
Der Produktionsunterbruch infolge einer Flutung der Untergeschosse wird auf mehrere Monate geschätzt. Diese Zeitdauer führt zu einem Verlust von Kunden, so dass die Fortführung des Betriebes gefährdet wäre.

Zusammenfassende Beurteilung
Aufgrund der oben dargestellten Schadenbilder wirkt sich allein die Flutung der Untergeschosse verheerend in Bezug auf die Fortführung des Betriebes aus. Ein Eindringen von Wasser muss daher mittels Objektschutzmassnahmen unbedingt verhindert werden.
In der folgenden Tabelle werden die Auswirkungen für zwei mögliche Ereignistypen schematisch wiedergegeben:

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Szenario 1 / Kote 405.3 Überschwemmung Böschach oder Dammbruch Rhein entfernt	Alle Keller werden überflutet, Ausfall der gesamten Energieversorgung	Ca. Fr. 100 Mio.
Szenario 2 / Kote 407.7 Dammbruch Rhein unmittelbar im Bereich des Betriebes	Alle Keller, sowie die Produktionsanlagen im Hochparterre sind betroffen, Gefährdung der grossen Tanks	>> Fr. 100 Mio. Umweltbeeinträchtigung durch freigesetzte Stoffe*

Tab. 1: Geschätzte Schadenskosten ohne Objektschutzmassnahmen

* Mit der Stilllegung der Polyester-Polymerisation auf Ende Februar 2002, ist das Risiko einer Umweltbeeinträchtigung durch freigesetzte Stoffe auf ein Minimum reduziert worden.

c) Objektschutzmassnahmen



Abb. 4: Mögliche Schutzmassnahmen

Temporäre bauliche Massnahmen
Für die vorliegende Problemstellung kann das System „Aqua Barrier“ empfohlen werden. Es handelt sich hierbei um eine flexibel einsetzbare mobile Sperre, welche aus Stahlstützen, Paletten und Folie erstellt wird. Der Vorteil gegenüber einer Sandsacksperre besteht im bedeutend geringeren Material- und Arbeitsaufwand. Die erforderlichen Paletten können aus den Beständen des Unternehmens bereitgestellt werden. Es muss lediglich Lagerraum für die Stahlstützen und die Folie bereitgestellt werden. Der erfolgreiche Einsatz bedarf einer periodischen Übung seitens des Fabriksicherheitsdienstes und der Ortsfeuerwehr.

Permanente bauliche Massnahmen
Die östliche Fassade des Gebäudekomplexes ist gefährdet, wenn ein Dammbruch des Rheins in unmittelbarer Nähe erfolgt oder wenn weiter entfernt austretendes Wasser in Richtung der Setila AG abgeleitet wird. Die Möglichkeit einer solchen Wasserzuführung hat sich durch den Bau der Lärmschutzwand entlang der Autobahn erhöht.
Zur Minderung dieser Einwirkung wird die Anhebung der geplanten Umfahrungsstrasse zwischen der Setila AG und der Autobahn vorgeschlagen.

Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb, Tankauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

Temporäre betrieblich-organisatorische Massnahmen
Die temporären-organisatorischen Massnahmen verfolgen das Ziel einer Schadenminderung hinsichtlich umweltgefährdender Stoffe und hinsichtlich wertvoller Lagerstoffe. Ausgehend vom Verzeichnis der gelagerten Stoffarten und –mengen kann der effiziente Einsatzplan der Betriebsfeuerwehr und von weiterem Hilfspersonal erstellt werden.

Pumpen und Bewachung
Mittels Pumpen soll in den Senken das Leckwasser der mobilen Sperre abgeführt werden. Hierzu wird die Anschaffung von Pumpen, Schläuchen und Dieselgeneratoren empfohlen. Diese können auch bei anderen Wassereinbrüchen ihren Dienst erweisen.
Die Bewachung der mobilen Sperre ist notwendig zur Vorbeugung von Vandalismus und zur Funktionskontrolle.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)
In der folgenden Tabelle ist für zwei Ereigniswahrscheinlichkeiten das verhinderte Schadenausmass geschätzt worden. Bei Szenario 1 (geringe Intensität) kann mittels Schutzmassnahmen ein Schadenausmass von Fr. 100 Mio. verhindert werden. Dies ist für Szenario 2 (hohe Intensität) nicht möglich. Bei einem Dammbruch des Rheins unmittelbar im Bereich des Betriebes kann durch Verhaltensvorsorge (Hochlagerung von Stoffen etc.) ein Schadenausmass von ca. Fr. 50 Mio. verhindert werden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die durch Objektschutzmassnahmen verhinderten Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Szenario	Eintreten während einer Lebensdauer von 30 Jahren [-]	Verhindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verhinderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Szenario 1 / Kote 405.3 Überschwemmung Böschach oder Dammbruch Rhein entfernt	0.095	100 Mio.	316'666.-
Szenario 2 / Kote 407.7 Dammbruch Rhein unmittelbar im Bereich des Betriebes	0.030	50 Mio.	50'000.-

Tab. 2: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Angesichts der Ergebnisse in der vierten Spalte wird es sinnvoll sein Massnahmen zu wählen, welche die Schäden des Szenario 1 verhindern. Die investierten Kosten sollen den Nutzen nicht übersteigen. Die Jahreskosten für die Objektschutzmassnahme sollen daher einen Betrag von Fr. 316’666.- nicht übersteigen. Dies entspricht einer einmaligen Investition von Fr. 6’206’703.- bei einem Zinssatz von 3 % innerhalb der betrachteten Periode von 30 Jahren.
Die in Abbildung Nr. 4 aufgelisteten Schutzmassnahmen stellen ein geschätztes Investitionsvolumen von Fr. 500’000.- dar. Ihre Realisierung ist daher als sehr effizient zu beurteilen, da **das Kosten-Nutzen-Verhältnis 0.08** beträgt bezogen auf Szenario 1.
Die Effizienz dieser Massnahmen vergrössert sich nochmals, angesichts der Möglichkeit einer Überschwemmung bei einem häufigeren Ereignis durch die Böschach.
Im weiteren ist darauf hinzuweisen, dass keinerlei Schäden infolge Betriebsunterbruch in die obigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen eingeflossen sind.

e) Fazit

Angesichts der Bedrohung durch Böschach und Rhein und der beherrschbaren Überschwemmungstiefe bei Szenario 1 sind Objektschutzmassnahmen gegen diese Einwirkung als sehr effizient und für den Betrieb als von hoher Bedeutung einzustufen.

Schlussfolgerungen des Fallbeispiels

Die Risiken durch umweltgefährdende Stoffe

Dem Objektschutz kommt beim gewählten Beispiel einer industriellen Anlage die besondere Funktion zu, eine Ausbreitung von umweltgefährdenden Stoffen im Falle einer Überschwemmung zu verhindern. Dies geschieht mit permanenten und temporären baulichen und organisatorischen Mitteln. Objektschutz ist in diesem Fall auf der gesetzlichen Grundlage der Störfallverordnung gefordert. Das Eigeninteresse am Objektschutz ist gross, da selbst schwache Überschwemmungen ausgehend vom angrenzenden Binnenkanal (Böschach) den Fortbestand des Betriebes gefährden könnten.

Die Handlungsmöglichkeiten eines Grossbetriebes

Industrielle Grossbetriebe verfügen über interessante Randbedingungen zur Planung des temporären Objektschutzes. Es sind dies die Verfügbarkeit von Personal während 24 h und 7 Tage der Woche. Im weiteren stehen in der Regel eine Betriebsfeuerwehr und Materialien für die Gefahrenabwehr auf dem Betriebsgelände zur Verfügung. Diese Vorteile an Personal und Material können mittels einer **Notfallplanung** gezielt genutzt werden. Verschiedene Grossbetriebe der chemischen Industrie haben solche Einsatzpläne erstellt und üben jährlich mit dem zuständigen Personal den Ernstfall Hochwasser (Bsp. Bayer AG Leverkusen, Lonza AG Visp).

Objektschutz bei Wohnnutzungen in Widnau

Für die vielen betroffenen Wohngebäude in Widnau ergibt sich ein **ungünstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis** bezüglich baulichen Objektschutzmassnahmen. Dies aufgrund der sehr seltenen Eintretenswahrscheinlichkeit von Überschwemmungen des Rheins (was für den Binnenkanal nicht zutrifft). Bei Wassertiefen von mehr als 2 m ist die **technische Machbarkeit** eines baulichen Objektschutzes zudem nicht mehr gegeben.
Als Schutzstrategie verbleibt somit lediglich die **Verhaltensvorsorge**, indem vor Überschwemmungen des Rheins die Mobilien in höher gelegene überflutungssichere Etagen geräumt werden. Diese Art der Schadenvorsorge verhinderte in Köln und in den Niederlanden nachweislich bis zu 50 % des Schadenumfangs. Für Widnau kann mit einem **verhinderten Schadenvolumen von rund Fr. 50 – 100 Mio.** gerechnet werden. Dies entspricht einem Anteil von 25 – 50 % des Schadenpotenzials der Mobilien.
Diese Vorkehrung bedarf einer Hochwasserwarnung mit einer minimalen Vorwarnzeit von rund 4h. Dies ist für Widnau möglich mit Hilfe des Melde- und Alarmsystems Alpenrhein.

VII Fallbeispiel Vierwaldstättersee Luzern

Einleitung

Das Fallbeispiel Luzern diente als Untersuchungsobjekt für Überschwemmungen von Seen. Es handelt sich um Überflutungen, welche sich über einen oder mehrere Tage im voraus ankündigen. Als Gefährdungsbild für Bauten und Anlagen ist die statische Überschwemmung massgebend, wobei als dynamische Komponente der Wellenschlag für Gebäude in Ufernähe mitzuberücksichtigen ist. Die Stadt Luzern erlebte am **17. Juni 1910** das schlimmste Seehochwasser des 20. Jahrhunderts. Dieses Ereignis erreichte eine **Kote von 435.25 m ü.M.** und überschwemmte grosse Gebiete der links- und rechtsufrigen Stadtteile. Am 23. Mai 1999 wurde mit 434.93 m ü.M. der zweithöchste Pegelstand desselben Jahrhunderts gemessen. Die überflutete Fläche und die Schäden an Gebäuden verblieben bei dieser Kote in einem beschränkten Bereich. Den Betroffenen wurde die Gefahr einer Überschwemmung infolge Seehochwasser von neuem vor Augen geführt. Mit dem vorliegenden Fallbeispiel wird für drei untersuchte Gebäudekomplexe der Fächer an Massnahmen des Objektschutzes aufgezeigt.

Vorgehen

Im Fallbeispiel Luzern wurden Untersuchungsobjekte gesucht, welche ein **hohes Schadenpotential** darstellen und bereits bei einer Überschwemmungskote analog zum Ereignis von 1910 einen Schaden erleiden. Im weiteren wurde darauf geachtet, dass es sich um Gebäude mit mehrheitlich gewerblicher Nutzung handelt. Die gewählten drei Objekte entsprechen diesen Anforderungen. Es handelt sich um ein Geschäftshaus, ein Einkaufszentrum und um den Komplex Aufnahmegebäude Bahnhof – Bahnhofparking – Kultur- und Kongresszentrum. Diese Objekte wurden mittels Feldaufnahmen und Interviews näher besichtigt. Als zu untersuchende Überschwemmungskoten wurden gewählt: **435.25 und 435.50 m ü.M.** Bei der erstgenannten Kote handelt es sich um den Wasserstand, wie er beim Ereignis von 1910 erreicht wurde. Diese Koten wurden im Rahmen der Feldaufnahmen bei den Objekten visualisiert. Die Eintrittswege des Wassers über Türen, Fenster, Rolltreppen, Garageneinfahrten u.a.m. werden so ersichtlich. Die Interviews mit den Sicherheitsverantwortlichen der betroffenen Gebäude ermöglichten es, bisherige Erfahrungen und Vorkehrungen zu erörtern.

Gewählte Untersuchungsobjekte

In der untenstehenden Abbildung sind die drei Untersuchungsobjekte dargestellt. Aufgrund ihrer angrenzenden Lage zum See ist der Wellenschlag in die Abklärungen miteinzubeziehen.

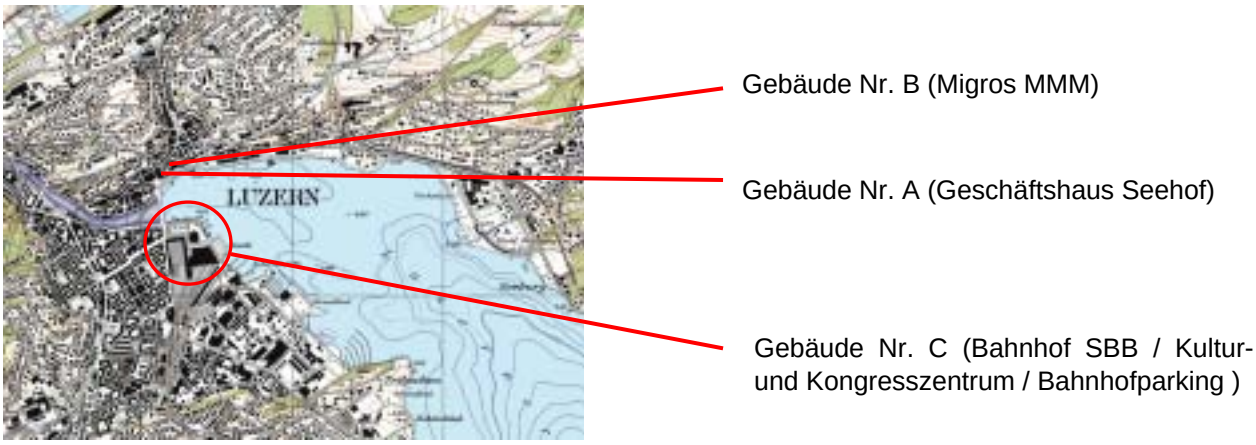


Abb. 1: Standort der Untersuchungsobjekte

Resultate

Gebäude Nr. A (Büro- und Geschäftshaus Seehof)

a) Gefährdungsbild



Abb. 2: Gefährdungsbild Gebäude Nr. A

Das Gebäude Nr. A kann aufgrund seiner Lage von allen Seiten von einer Seeüberschwemmung betroffen werden. Die Einfahrt zur Tiefgararge bildet den ersten kritischen Tiefpunkt mit der Kote 434.87. Diese Einfahrt (inkl. der hier beginnenden Gebäudepassage) musste beim Ereignis von 1999 mittels der vorbereiteten Dammbalken geschlossen werden. Die nächst höher gelegene Eintrittsöffnung mit 435.10 bildet der nordwestliche Zugang zur Seehofpassage. Es handelt sich hierbei um einen kreuzförmigen Gebäudedurchgang mit Verkaufsläden. Die weiteren Ausgänge dieser Gebäudequerungen weisen Koten von 435.26 und 435.27 auf. Als weitere Eintrittsöffnungen sind die Bodenschächte in der Ladenpassage zu nennen.

b) Schadenbild



Abb. 3: Stromverteilung im 4. Untergeschoss

Das Gebäude Seehof wurde zwischen 1980 und 1985 vollständig neu gebaut. Es besitzt **4 Untergeschosse** und 4 - 6 Obergeschosse. Dementsprechend hoch und artenreich ist das Schadenpotenzial. Die gesamte Haustechnik (Stromverteilung, Lüftungszentrale, Wasser und Abwasser sowie die Ölheizung inkl. Heizöltank) befindet sich in den Untergeschossen. Eine Überschwemmung der Untergeschosse würde diese Anlagen zerstören und einen mehrmonatigen Betriebsunterbruch im gesamten Gebäudekomplex verursachen. Als grosse sekundäre Auswirkung einer Überschwemmung wäre das Leckschlagen des Öltanks infolge Auftrieb zu befürchten. Der Tank befindet sich im 4. Untergeschoss und fasst **440'000 l ÖI**. Neuere Schadenstudien in Deutschland weisen nach, dass sich der Gesamtschaden verdoppelt bis verdreifacht, wenn eine Ölverschmutzung vorliegt.
Als weiteres Schadenpotenzial befand sich im Untergeschoss bis zum Ereignis von 1999 eine bedeutende EDV Zentrale. Diese wurde noch während der Überschwemmung in die Obergeschosse gezügelt. Im 1. Untergeschoss befindet sich zudem eine grosse Tresoranlage. Diese ist nicht wasserdicht im Falle einer Überschwemmung.
In den Erdgeschossen befinden sich Ladengeschäfte und eine Bankfiliale. Die Zugänge zu den Ladengeschäften sind ebenerdig, währenddem der Zugang zu den Kassenschaltern der Bank erhöht angeordnet ist.
Der Gebäudewert beträgt ca. Fr. 40 Mio und der Inhaltswert ca. Fr. 30 Mio. Ohne Objektschutzmassnahmen würden folgende geschätzten Schadenskosten entstehen:

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	Keine Schäden, Schadensgrenze	Fr. 0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	4 Untergeschosse werden eingestaut	Ca. Fr. 13.0 Mio.
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	4 Untergeschosse und einzelne Läden im EG sind betroffen	Ca. Fr. 14.0 Mio.
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	4 Untergeschosse und alle Läden im EG sind betroffen	Ca. Fr. 17.5 Mio.

Tab. 1: Geschätzte Schadenskosten ohne den Einsatz von Objektschutzmassnahmen

c) Objektschutzmassnahmen



Abb. 4: Schutzmassnahmen wie sie vom Sicherheitsverantwortlichen vorbereitet sind

Die zeitliche Staffelung der vorbereiteten Schutzmassnahmen sieht wie folgt aus:

Massnahmen bei Erreichen der Kote 434.85 m ü. M.

- Die Wagenbachgasse wird mittels einer verstärkten Betonierschalung geschlossen
- Die Schachtdeckel in der Wagenbachgasse müssen mittels Plastic unter dem Deckel und mittels Sandsäcken als Auflast abgedichtet werden.
- Die Dammbalken bei der Einfahrt zur Tiefgarage und beim Eingang zur Passage werden eingesetzt und abgedichtet (Dichtmasse); das Rolltor zur Tiefgarage wird geschlossen und abgedichtet.
- Eindringendes Wasser in der Wagenbachgasse wird mittels des Zivilschutz-Kompressors weggepumpt.
- In der Passage werden die Bodenabläufe mittels Gummizapfen abgedichtet und mit Sandsäcken belastet.
- In der Sanitärzentrale im 4. Untergeschoss beim Schmutzwasserpumpensumpf wird die Zivilschutzpumpe Typ 2 betriebsbereit eingerichtet.
- Kontrollen im Bereich der Wanddurchführungen der Leitungen.

Massnahmen bei Erreichen der Kote 435.00 m ü. M.
- Die Seehofstrasse ist analog zur Wagenbachgasse dicht zu schliessen.
- Die Passageneingänge Seite Seehofstrasse und Seite Schwanenplatz sind dicht auf eine Höhe zu schliessen mittels Betonierschalung oder mittels Kalksandsteinen.

Massnahmen bei Erreichen der Kote 435.05 m ü. M.
- Die Wagenbachgasse und die Seehofstrasse im Bereich der Hertensteinstrasse sind ebenfalls dicht zu schliessen.
- Der Passageeingang Seite Hertensteinstrasse ist aufzumauern.

Massnahmen bei Erreichen der Kote 435.15 m ü. M.
- Evakuation des Safeinhaltes und Abdichtung der Tresortüren.
- Bewachung des Gebäudes durch Securitas

Weitere Massnahmen
- Bereitstellung einer Notstromgruppe und weiterer Pumpen
- Schliessen des Lüftungsauslasses am Boden des Liftmaschinenraumes
- Eine festinstallierte Trocken-Steigleitung für Notpumpen ist vorhanden
- Rückstauklappen verhindern einen Rückfluss aus dem Kanalisationsnetz

Für die Durchführung dieser Notfallmassnahmen werden 5 Personen vor Ort benötigt.
Die Grundwasserisolationen am Gebäude Seehof reichen bis zu einer Kote von 435.35.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)

In der folgenden Tabelle ist für vier Ereigniswahrscheinlichkeiten das verhinderte Schadenausmass bezogen auf die ergriffenen Massnahmen geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die verhinderten Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. (Bei Szenario „Äusserst selten“ können lediglich ca. Fr. 0.5 Mio. verhindert werden, da der Wasserstand die obere Begrenzung der Gebäudeabdichtung überschreitet).

Szenario	Eintreten während einer Lebensdauer von 30 Jahren [-]	Verhindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verhinderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	0.638	0.0	0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	0.260	Ca. Fr. 12.5 Mio.	108'333.-
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	0.095	Ca. Fr. 13.5 Mio.	42'750.-
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	0.030	Ca. Fr. 0.5 Mio.	500.-

Tab. 2: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Die Ergebnisse in der vierten Spalte zeigen, dass mit den ergriffenen Objektschutzmassnahmen max. jährliche Schadenskosten von Fr. 151'583.- verhindert werden können. Für diese Objektschutzmassnahmen wurden bisher ca. Fr. 120'000.- investiert. Wird angenommen, dass für die Periode der nächsten 30 Jahre nochmals Massnahmen im Umfang von Fr. 200'000.- investiert werden (z.B. Auftriebschutz Öltank), so stehen totale Kosten von Fr. 320'000.- einem totalen Nutzen von Fr. 2’971’051.- gegenüber (Zinssatz 3 %). Das Kosten-Nutzen-Verhältnis beträgt also 0.11.

e) Fazit
Die vom Sicherheitsverantwortlichen vorbereiteten Objektschutzmassnahmen sind technisch ausgereift und ökonomisch sehr effizient. Die Massnahmen waren bereits vor dem Ereignis von 1999 vorbereitet, so dass erste Erfahrungen gesammelt werden konnten.

Gebäude Nr. B (Migros MMM)

a) Gefährdungsbild

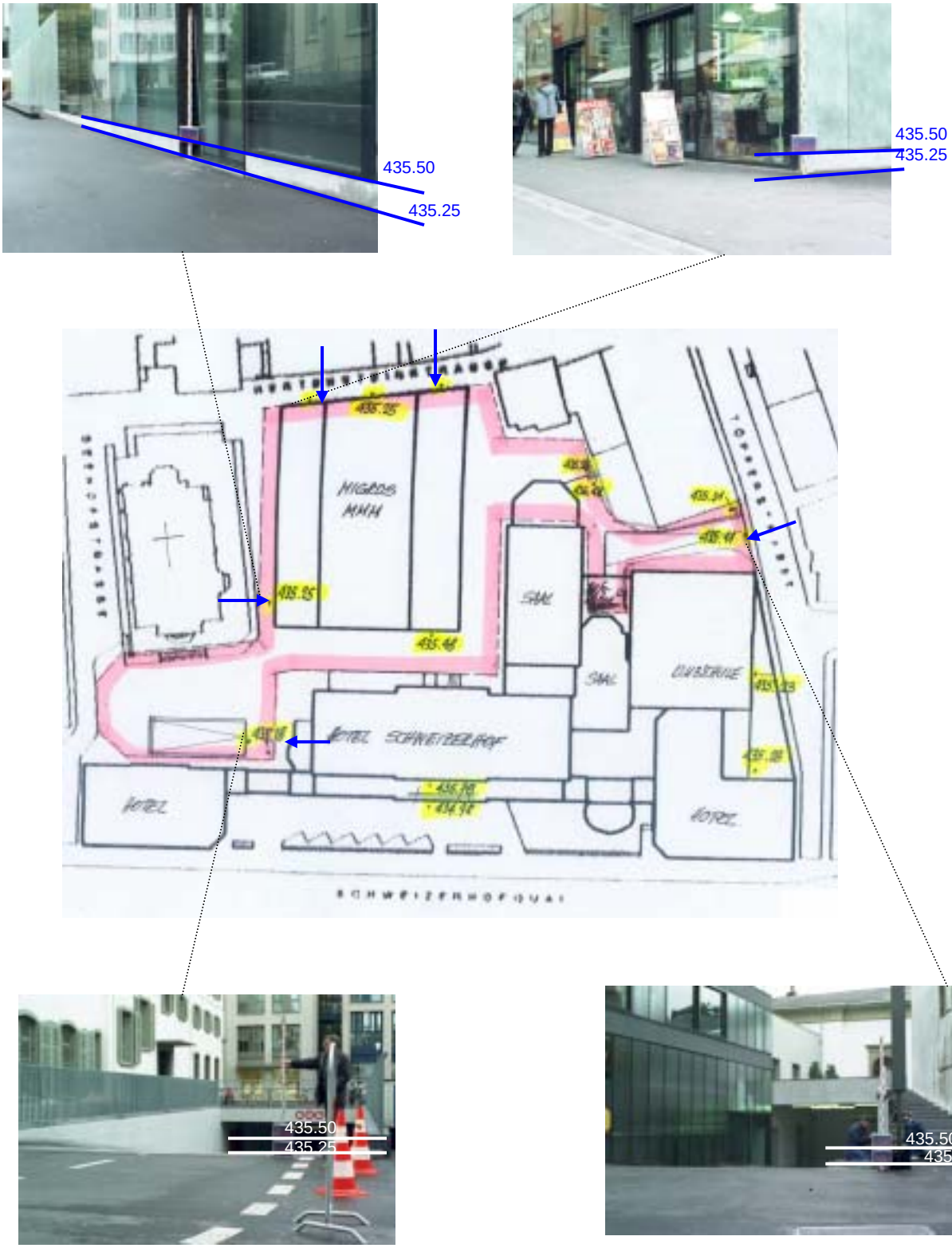


Abb. 5: Gefährdungsbild Gebäude Nr. B

→ Bedeutender Fliessweg in das Gebäude

Der Gebäudekomplex Nr. B kann aufgrund seiner Lage von allen Seiten von einer Seeüberschwemmung betroffen werden. Die nordöstliche Einfahrt zur Tiefgararge bildet den ersten kritischen Tiefpunkt mit der Kote 435.11. Die nächst höher gelegene Eintrittsöffnung mit 435.18 bildet die Tiefgarageneinfahrt beim Hotel Schweizerhof. Die Eingänge zum Erdgeschoss (Verkaufsläden) weisen Koten von 435.25 auf.
Bezüglich des Wassereintritts über Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen und Abwasserleitungen können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssten diese Eintrittswege noch speziell geprüft werden.

b) Schadenbild

Der Gebäudekomplex besitzt insgesamt **5 Untergeschosse**. 4 dieser Geschosse werden als Parkflächen und eines als Laden- und Güterumschlagsfläche genutzt. Das Erdgeschoss und das 1. Obergeschoss dienen als Verkaufsfläche. In den weiteren 3 Obergeschossen sind Büros untergebracht.
Bei einem Wassereintritt wird zunächst die Parkgarage mit ihren 240 Parkplätzen geflutet. Hierdurch entsteht ein Totalschaden bei allen noch vorhandenen Fahrzeugen. Im ersten Untergeschoss entstehen sehr hohe Schäden an Ausrüstungen der Gebäudetechnik und infolge der Flutung der Verkaufs- und Lagerfläche. Die Verkaufsfläche des Erdgeschosses wird nur im Falle von sehr seltenen Ereignissen beschädigt.

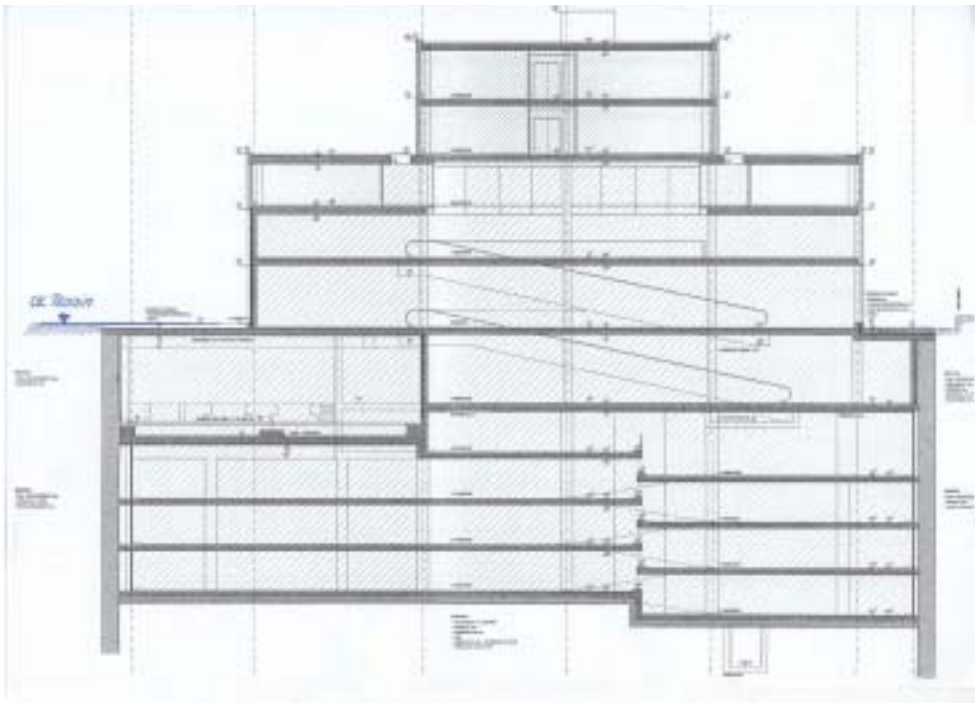
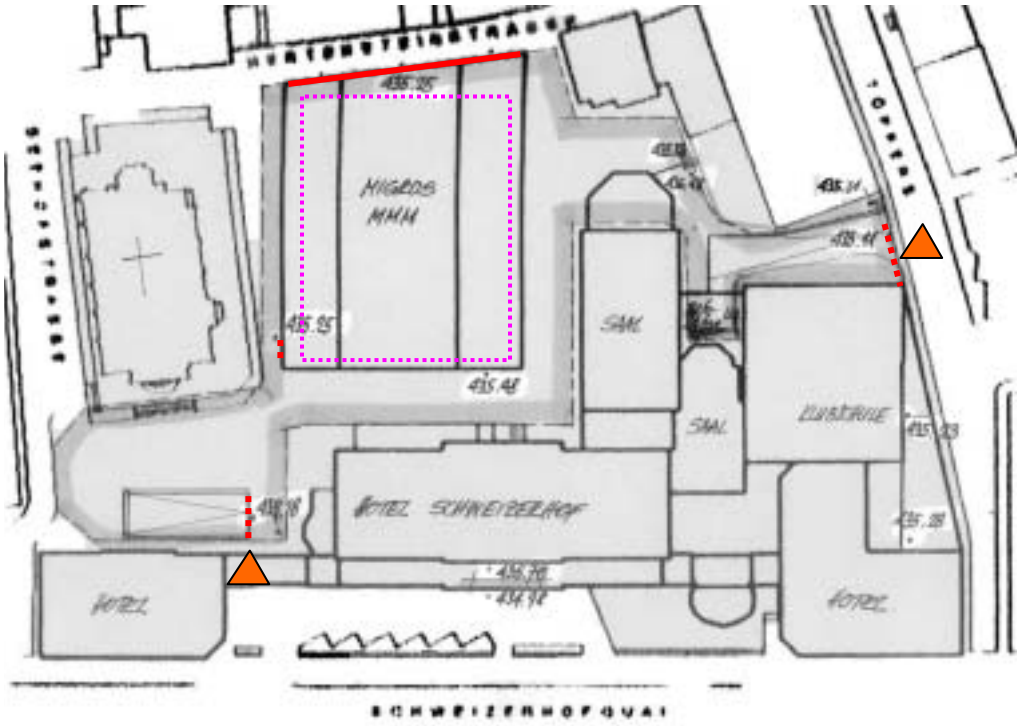


Abb. 6: Schnitt durch Gebäude B mit 5 Untergeschossen und 5 Obergeschossen

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	Keine Schäden	Fr. 0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	Keine Schäden	Fr. 0.0
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	5 Untergeschosse werden eingestaut	Ca. Fr. 11.0 Mio.
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	5 Untergeschosse und das Erdgeschoss werden eingestaut	Ca. Fr. 13.0 Mio.

Tab. 3: Geschätzte Schadenskosten ohne den Einsatz von Objektschutzmassnahmen

c) Objektschutzmassnahmen



Temporärer baulicher Objektschutz: Aludammbalken mit Dichtung und Verschluss

Temporärer organisatorischer Personenschutz: Ladenschliessung im Untergeschoss bei Hochwasser

Temporärer baulicher Objektschutz: Backsteinmauer mit Aussendichtung

Bewachung des temporären Objektschutzes

Abb. 7: Vorschlag von Objektschutzmassnahmen



Abb. 8: Lösungsmöglichkeit für die Einfahrtsrampen zur Tiefgarage und zur Anlieferung (rot: Aludammbalken mit Verschluss und Dichtungen, blau: Anschlussbauwerk permanent

Temporäre bauliche Massnahmen
Als temporäre bauliche Massnahme sind Dammbalken aus Aluminium mit Dichtungen vor den Einfahrten zur Tiefgarage vorgesehen. Die Montage der Führungsschienen stellt eine permanente Vorkehrung dar und kann architektonisch befriedigend gelöst werden. Im Bereich der nordöstlichen Tiefgarageneinfahrt muss ein wasserdichtes Anschlussbauwerk zum angrenzenden Gebäude erstellt werden (vgl. Abb. 8). Diese Dammbalken verunmöglichen im Hochwasserfall die Ein- und Ausfahrt zur Parkgarage und zur Anlieferung. Mit Hilfe von temporären Rampen, welche über die Dammbalken führen, könnte die Dauer der Beschränkung eventuell verkürzt werden.

Permanente bauliche Massnahmen
Neben den Anschlussbauwerken für die Dammbalken sollte eine Auftriebsicherung des Öltanks überprüft werden. Im weiteren wären die Anschluss- und Entlüftungsleitungen hochwassersicher auszubilden.

Temporärer organisatorischer Personenschutz
Die Exponiertheit der Verkaufsläden im Untergeschoss verlangt, dass sich bei Hochwassergefahr keine Personen mehr dort aufhalten. Eine Schliessung der Läden soll ab einer zu definierenden Kote erfolgen.

Weitere Abklärungen
Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)

In der folgenden Tabelle ist für vier Ereigniswahrscheinlichkeiten das Schadenausmass geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. Mittels Objektschutzmassnahmen wird versucht, diese Schadenskosten zu verringern. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Szenario	Eintreten während einer Gebrauchsdauer von 30 Jahren [-]	Vermindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verminderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	0.638	Fr. 0.0	Fr. 0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	0.260	Fr. 0.0	Fr. 0.0
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	0.095	Ca. Fr. 10.5 Mio.	Fr. 33'250.-
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	0.030	Ca. Fr. 12.5 Mio	Fr. 12'500.-

Tab. 4: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Bei Ausführung aller vorgeschlagenen Massnahmen ist mit einer totalen Investition von ca. Fr. 100‘000.- zu rechnen. Diese Investition sollte für eine Dauer von 30 Jahren ausreichen, um jährliche Schadenskosten sehr seltener und äusserst seltener Ereignisse zu vermeiden. Das Verhältnis von Jahreskosten zu Jahresnutzen beträgt 5'102.- / 45‘750.- = 0.11 (3 % Verzinsung). Diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verdeutlicht die hohe Bedeutung der hier vorgeschlagenen Objektschutzmassnahmen. Um den Nutzen effektiv erwirtschaften zu können, muss eine einwandfreie Funktionstüchtigkeit der Massnahmen gewährleistet sein. Es empfiehlt sich daher geprüfte Produkte als Dammbalkenverschluss zu wählen.

e) Fazit

Mittels kostengünstigen Massnahmen lässt sich das sehr hohe Schadenpotential effizient schützen.

Gebäude Nr. C (Bahnhof SBB / Kultur- u. Kongresszentrum / Bahnhofparking)

a) Gefährdungsbild

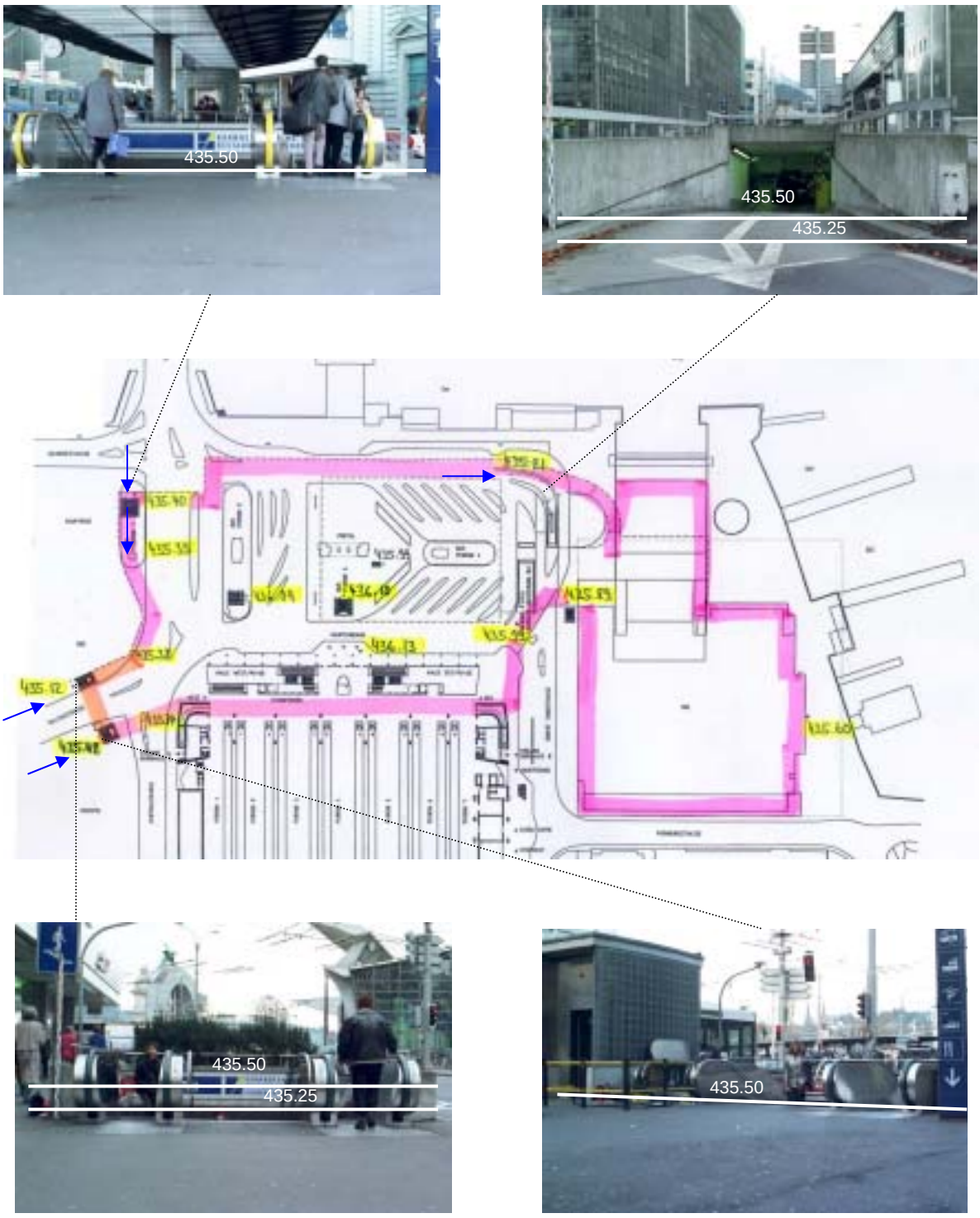


Abb. 9: Gefährdungsbild Gebäude Nr. C

Beschreibung

Der Gebäudekomplex Nr. C kann aufgrund seiner Lage von allen Seiten von einer Seeüberschwemmung betroffen werden. Es handelt sich um 3 Einzelobjekte, welche im Untergeschoss miteinander verbunden sind. Den ersten kritischen Tiefpunkt bildet ein westlich gelegener Rolltreppenabgang mit der Kote 435.12. Die nächst höher gelegene Eintrittsöffnung mit 435.21 bildet die nördliche Tiefgaragenausfahrt. Die weiteren Rolltreppen und Liftabgänge zur Bahnhofpassage mit Koten von 435.35, 435.40 und 435.42 bilden die nächsten kritischen Eintrittsöffnungen.

Bezüglich des Wassereintritts über Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen und Abwasserleitungen können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssten diese Eintrittswege noch speziell geprüft werden.

b) Schadenbild

Ein Wassereintritt in das Untergeschoss führt zu einer Personengefährdung und zu enormen Schäden an Sachwerten und Betriebsunterbrüchen. Betroffen werden Billettverkaufsstellen der SBB, Verkaufsläden, Zentralen der Gebäudetechnik, Lagerräumlichkeiten des Kunstmuseums, Konzertsaal, Parkingflächen u.v.m. Der Betrieb des SBB Bahnhofs Luzern, sowie des Kultur- und Kongresszentrums (KKL) würde durch eine Flutung der Untergeschosse stark in Mitleidenschaft genommen. Die folgende Tabelle ermöglicht einen Überblick auf die zu erwartenden Sachschäden (exkl. Betriebsunterbruch).

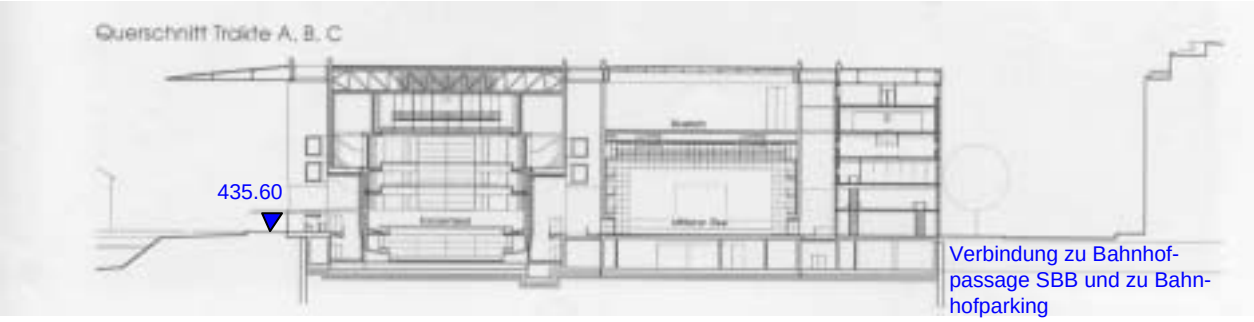
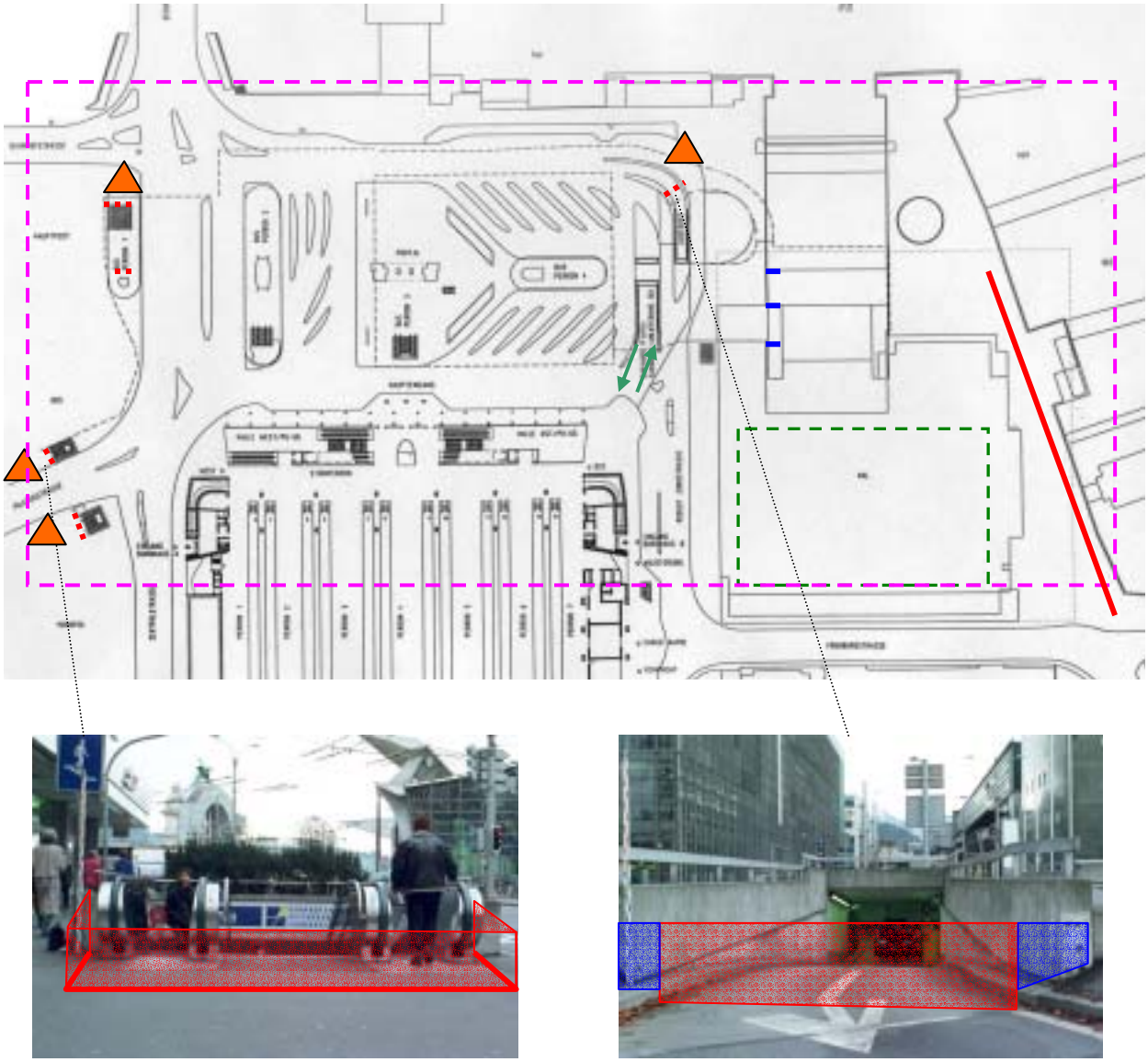


Abb. 10: Querschnitt durch das Kultur- und Kongresszentrum

Szenario	Schadenart	Schadenskosten [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	Keine Schäden	Fr. 0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	Geringe Schäden infolge Wellenschlag und Spritzwasser	Ca. Fr. 200'000.-
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	Flutung der Bahnhofpassage, des Bahnhofparkings und überfliessen des Wassers in die Untergeschosse des Kultur- und Kongresszentrums	Bahnhof SBB: Ca. Fr. 40 Mio. Parking: Ca. Fr. 11 Mio. KKL: Ca. Fr. 25 Mio. TOTAL: Ca. Fr. 76 Mio.
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	Flutung der Bahnhofpassage, des Bahnhofparkings und überfliessen des Wassers in die Untergeschosse des Kultur- und Kongresszentrums	Bahnhof SBB: Ca. Fr. 40 Mio. Parking: Ca. Fr. 11 Mio. KKL: Ca. Fr. 25 Mio. TOTAL: Ca. Fr. 76 Mio.

Tab. 5: Geschätzte Schadenskosten ohne den Einsatz von Objektschutzmassnahmen

c) Objektschutzmassnahmen



Temporärer baulicher Objektschutz: Dammbalken

Permanenter baulicher Objektschutz: Abschottungswände, Stahlvortüren

Temporärer organisatorischer Objektschutz: Räumung beweglicher Wertgegenstände in Untergeschossen

Temporärer organisatorischer Objektschutz: Zu- und Wegfahrt Parkgarage über Südrampe

Bewachung des temporären Objektschutzes

Temporärer organisatorischer Personenschutz: Evakuation der Personen in Untergeschossen, Stegbauten und Signalisation für Fussgänger im Bereich des Bahnhofumgeländes

Temporärer baulicher Objektschutz: Verteidigungslinie gegen Wellenschlag

Abb. 11: Vorschlag von Objektschutzmassnahmen

Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

Temporäre bauliche Massnahmen
Als temporäre bauliche Massnahme sind verschliessbare Dammbalken aus Aluminium vor den Abgängen zur Bahnhofpassage und zur Tiefgarage vorgesehen. Die Montage der Führungsschienen stellt eine permanente Vorkehrung dar und kann architektonisch befriedigend gelöst werden. Im Bereich der nördlichen Tiefgaragenausfahrt muss ein wasserdichtes Anschlussbauwerk erstellt werden (vgl. Abb. 11). Diese Dammbalken verunmöglichen im Hochwasserfall die Benutzung der Parkgaragenausfahrt. Mit Hilfe einer Umsignalisation kann die Einfahrt in beschränktem Masse auch als Ausfahrt temporär genutzt werden.
Entlang der östlichen Fassade des Kunst- und Kongresshauses ist eine Verteidigungslinie gegen den Wellenschlag aufzubauen. Hierzu existieren Systeme mit Stützen und Paletten oder einfache Ausführungen mittels Sandsäcken.

Permanente bauliche Massnahmen
Als permanente bauliche Massnahme ist die Montage von Stahlvortüren im Bereich des Zuganges zu den Untergeschossen des KKL zu prüfen.

Temporärer organisatorischer Personenschutz
Die Exponiertheit der Verkaufsläden im Untergeschoss verlangt, dass sich bei Hochwassergefahr keine Personen mehr dort aufhalten. Eine Schliessung der Läden soll ab einer zu definierenden Kote erfolgen. Im Bereich des Bahnhofplatzes sind Stegbauten einzuplanen, welche den eingeschränkten Busverkehr nicht behindern.

Temporärer organisatorischer Objektschutz
Bewegliche Wertgegenstände im Untergeschoss des Kultur- und Kongresszentrums (Lager des Kunstmuseums) sind vorübergehend in die Obergeschosse zu verlagern.

Weitere Abklärungen
Bezüglich notwendiger Massnahmen bei Lüftungsöffnungen, Leitungsdurchführungen, Abwasserleitungen, Gebäudeauftrieb u.a.m. können keine Aussagen gemacht werden. Vor der Realisierung von Objektschutzmassnahmen müssen diese Abklärungen noch ausgeführt werden.

d) Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Analyse)

In der folgenden Tabelle ist für vier Ereigniswahrscheinlichkeiten das verhinderte Schadenausmass geschätzt worden. Die Berechnung berücksichtigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb von 30 Jahren. Somit können die Schadenskosten pro Jahr berechnet werden. Mittels Objektschutzmassnahmen wird versucht, diese Schadenskosten zu verringern. Es stellt sich nun die Frage, bis zu welcher Investition sich Massnahmen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Szenario	Eintreten während einer Gebrauchsdauer von 30 Jahren [-]	Verhindertes Schadenausmass Total pro Ereignis [Fr.]	Verhinderte Schadenskosten pro Jahr [Fr.]
Häufig (30-jährlich), Kote 434.85	0.638	Fr. 0.0	Fr. 0.0
Selten (100-jährlich), Kote 435.05	0.260	Ca. Fr. 0.2 Mio.	Fr. 1'733.-
Sehr selten (300-jährlich), Kote 435.25	0.095	Ca. Fr. 75 Mio.	Fr. 237'500.-
Äusserst selten (1000-jährlich) Kote 435.50	0.030	Ca. Fr. 70 Mio.	Fr. 70'000.-

Tab. 6: Berechnung der jährlichen Schadenskosten resp. des möglichen Nutzens von Objektschutzmassnahmen bei einer Lebensdauer von 30 Jahren

Bei Ausführung aller vorgeschlagenen Massnahmen ist mit einer totalen Investition von ca. Fr. 150'000.- zu rechnen. Diese Investition sollte für eine Dauer von 30 Jahren ausreichen, um jährliche Schadenskosten der betrachteten Ereignisse zu vermeiden. Das Verhältnis von Jahreskosten zu Jahresnutzen beträgt 7'653.- / 309'233.- = 0.02 resp. 1 / 40 (bei 3 % Verzinsung der Investition)! Diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verdeutlicht die sehr hohe Bedeutung der hier vorgeschlagenen Objektschutzmassnahmen. Um

den Nutzen effektiv erwirtschaften zu können, muss eine einwandfreie Funktionstüchtigkeit der Massnahmen gewährleistet sein. Es empfiehlt sich daher geprüfte Produkte zu wählen.

e) Fazit

Dieses Beispiel verdeutlicht **die gegenseitige Abhängigkeit von drei Betriebsgesellschaften** (SBB, Bahnhofparking sowie Kultur- und Kongresszentrum). Die präventiven Schutzmassnahmen entfalten ihre Wirkung, wenn alle Beteiligten ihre Vorkehrungen koordiniert planen und realisieren. Angesichts des enormen Schadenpotentials und der hohen Bedeutung des uneingeschränkten Betriebes bedarf es weiterer detaillierter Planungen (Zugang für Fussgänger, Busverkehr, Lieferantenverkehr, Billettverkauf u.a.m.).

Schlussfolgerungen des Fallbeispiels

Wertkonzentration in Untergeschossen

Im städtischen Raum kann immer häufiger eine Wertkonzentration in Untergeschossen angetroffen werden. So erreichen beispielsweise die 5 Untergeschosse des Gebäudes eines Supermarktes rund den doppelten Versicherungswert gegenüber den 5 Obergeschossen. Dies mag ein extremes Fallbeispiel sein, dennoch sind Nutzungen in Untergeschossen immer häufiger anzutreffen. Im weiteren ergibt sich durch die Anordnung der **Gebäudetechnikzentralen in Untergeschossen** eine grosse Abhängigkeit im Falle einer Überschwemmung. Der Ausfall der Strom-, Wasser-, Abwasser-, Heizungs- und Lüftungskomponenten kann den Betrieb selbst der nicht direkt betroffenen Obergeschosse vollständig lahmlegen. Die Nutzung von Untergeschossen hat zu einem sprunghaften Anwachsen des Schadenpotenzials im städtischen Raum geführt.

Die Bedeutung einer seriösen Vorbereitung

Im Falle einer Gefährdung durch Seehochwasser wird die gegenüber Flüssen grössere Vorwarnzeit oft dazu missbraucht, jegliche Massnahmen erst kurz vor Ereigniseintritt planen und realisieren zu wollen. Diese Strategie wird nur im Falle von „glücklichen Umständen“ zum Erfolg führen. Gerade bei bestehenden Bauten bedarf es **minutiöser Abklärungen** bezüglich möglicher Fliesswege des Wassers in das Gebäudeinnere und bezüglich der auftretenden statischen Zustände. Die hier dargestellten Beispiele zeigen, wie vielfältig die Abklärungen und Vorbereitungen sind, wenn eine effiziente Schadenminderung mittels Objektschutzmassnahmen erreicht werden soll. Detaillierte vorgängige Planungen sind zudem notwendig, wenn ein Betrieb gewerblicher Nutzungen aufrecht erhalten bleiben soll.

Die Berücksichtigung der Hochwassergefahr im Rahmen der Neubauprojektierung

Wie es das Beipiel des Supermarktes verdeutlicht, findet das Gefährdungsbild Hochwasser selbst 2 Jahre nach dem letzten Ereignis bei Neubauten oftmals keine Beachtung. Diesem Umstand kann bei Seen durch die Definition von Hochwasserkoten begegnet werden. Im **Baureglement** kann eine hochwassersichere Bauweise bis zu einer definierten Kote für Neubauten verlangt werden. Die Gebäudeversicherungen können diese Präventionsmassnahme durch entsprechende Auflagen oder Vorbehalte unterstützen.

Die Wahrnehmung und das Handeln der Betroffenen

Beim Beispiel Seehof wurden bereits vor dem Ereignis von 1999 detaillierte Planungen und Vorbereitungen getroffen. Die Ereigniserfahrung wird nun für Verbesserungen am Schutzkonzept genutzt. Beim Supermarkt konnte dieses Engagement nicht festgestellt werden, obwohl es sich aufgrund des Schadenpotentials um eine vergleichbare Problemstellung handelt. Beim Bahnhofareal ist eine effiziente Schutzmassnahmenplanung nur durch eine Einigung der drei Betriebsgesellschaften möglich.
Es zeigen sich also **grosse Unterschiede im Handeln der Betroffenen**, obwohl die dringliche Notwendigkeit von Massnahmen für alle Objekte nachgewiesen werden kann.

VIII Schlussfolgerungen der Fallbeispiele

Koordinationsbedarf des Objektschutzes

Bei allen vier Fallbeispielen konnte ein Koordinationsbedarf des Objektschutzes nachgewiesen werden. Im Fallbeispiel Dorfbach Sachseln muss die Wirkung von leitenden Massnahmen genau geprüft werden, damit Dritte nicht einer höheren Gefährdung ausgesetzt werden. In Luzern müssen die Abschottungen zwischen den Gebäuden mit dem Verkehr koordiniert werden. In Naters und in Widnau sind die privaten Vorkehrungen mit den Vorbereitungen der Feuerwehr / Wasserwehr abzustimmen.

Diese Koordination zwischen privaten Vorkehrungen und öffentlichen Einsatzorganisationen hat in allen vier Beispielen bis Dato nicht stattgefunden. Die Gemeinde besitzt hierbei eine eindeutige Führungsfunktion. Sie kann steuernd eingreifen bei der Bewilligung von Objektschutzmassnahmen, bei der Ausgestaltung des Notfallkonzeptes der Wehreinheiten und schliesslich bei der Information an die Bürger hinsichtlich der Verhaltensvorsorge.

Auflagen und Bedingungen der Versicherungen

Das Beispiel Dorfbach Sachseln verdeutlichte die Wirkung einer vorbehaltlosen Schadenregulierung seitens der Versicherungen. Der Umstand und die Erfahrung von zwei schweren Überschwemmungen innerhalb von 13 Jahren wurde nicht für vorsorgende bauliche Massnahmen genutzt. Insbesondere bei der Wiederinstandstellung hätte für solche Vorkehrungen die Chance genutzt werden müssen. Im Falle von Gewerbebetrieben kann die Wirtschaftlichkeit des Objektschutzes nachgewiesen werden, selbst wenn in absehbarer Zukunft mittels wasserbaulicher Massnahmen die Gefährdung verringert wird.
Objektschutzmassnahmen gegen Hochwasser entfalten ihre Wirkung auch bei starkem Oberflächenwasseranfall und verursachen im Falle von Neubauten nur geringen Aufwand.

Umsetzung in Zonenplan und Baureglemente

Bei allen vier Fallbeispielen hat bis Dato der Erhebungen keine raumplanerisch-baurechtliche Umsetzung der Gefährdung in Zonenplan und Baureglement stattgefunden. Dies lässt sich im Falle von Widnau mit den noch laufenden Abklärungen zur Gefahrensituation des Alpenrheins begründen. Bei den übrigen drei Beispielen sind die Gründe der Verzögerung nicht ersichtlich.
In Naters und Sachseln wurde während Jahren nach wasserbaulichen Möglichkeiten gesucht ohne die aktuelle Gefährdung in Zonenplan und Baureglement einfliessen zu lassen. Dieses Vorgehen wird vor dem Hintergrund einer in Zukunft gänzlich reduzierten Gefährdung gewählt. Verschiedene Erfahrungen zeigen hingegen, dass insbesondere auf Wildbachkegeln die Situation einer Nullgefährdung nicht erreicht wird. Im Falle von Luzern kann durch die Festsetzung einer Hochwassermarke im Baureglement das sichere Bauen für alle Neubauten und Umbauten erwirkt werden.

Wirtschaftlichkeit bei Gewerbe und Industrie

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass insbesondere bei Gewerbe- und Industriebetrieben mit genutzten Untergeschossen der Nutzen von Objektschutzmassnahmen die Kosten um durchschnittlich einen Faktor 10 übersteigen! Dies führt dazu, dass selbst bei Nutzungsperioden von lediglich 5 bis 10 Jahren sich Schutzmassnahmen wirtschaftlich rechtfertigen können.
Bei Gewerbe- und Industriebetrieben mit Untergeschossen sollte daher die Gefährdung durch Hochwasser immer (d.h. auch bei fehlenden Gefahrengrundlagen) sorgfältig geprüft werden.

IX Herausforderungen für die Zukunft

Verhaltensvorsorge

Richtiges Verhalten im Ereignisfall kann das Schadenausmaß um bis zu 50 % reduzieren. Dies erfolgt durch das Ausräumen und Hochlagern des Mobiliars bei Wohnnutzungen und durch vorsorgliche Maßnahmen an Betriebseinrichtungen und Lagerbeständen bei Gewerbe und Industrie. Als Vorbedingung muss überschwemmungsfreier Raum in den Gebäuden zur Verfügung stehen und die Vorwarnzeit muss zur Durchführung der Maßnahmen ausreichen.
Bei Seen und großen Talflüssen ist eine zeitlich ausreichende Vorwarnung möglich. Durch Informationsveranstaltungen könnte zukünftig auf die Möglichkeiten der Verhaltensvorsorge aufmerksam gemacht werden.
Bei Wildbächen verfolgt die Verhaltensvorsorge vordringlich den Personenschutz. Richtiges Verhalten verhindert Todesopfer, nicht nur im Falle von Lawinenniedergängen, sondern auch bei Überschwemmung von Wildbächen.
Informationen zur Verhaltensvorsorge sind nicht eine einmalige Angelegenheit, sondern bedürfen einer periodischen Wiederholung.

Sensibilisierung und Kommunikation

Die Interviews in den vier Gemeinden der Fallbeispiele zeigten, dass hinsichtlich des Objektschutzes noch wenig Wissen um dessen Einsatz und Möglichkeiten vorhanden ist.
Die Sensibilisierung und Kommunikation hinsichtlich des Objektschutzes muss daher als eine zukünftige Hauptaufgabe bezeichnet werden.
Insbesondere bei Gewerbe- und Industriebetrieben ist das Interesse an dieser Schutzmöglichkeit gross, v.a. dann, wenn erst vor kurzem ein Hochwasserereignis mit oder knapp ohne Schadenfolge zu verzeichnen war.

Erhaltung und Erneuerung

Massnahmen des Objektschutzes müssen unterhalten und erneuert werden. Die Dichtigkeit von mobilen Abschlüssen muss periodisch kontrolliert werden. Bei einem Besitzerwechsel muss die Dokumentation der Vorkehrungen und ihre Wirkungsweise dem Nachfolger übergeben werden.
Der Objektschutz erbringt seinen Nutzen erst durch dessen Bewährung im Ernstfall. Zukünftige Anstrengungen müssen der Erhaltung und Sicherung des Schutzstandards gewidmet werden.

X Literatur

Bruijn de, K.M., Heijer den, F., Hooijer, A. (2001): Flood damage modelling in the Netherlands. Damage reduction by non-structural measures. Delft hydraulics, Delft.

Deutsche Rück (1999): Das Pfingsthochwasser im Mai 1999. Deutsche Rückversicherung AG, Düsseldorf.

Egli Th. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung. Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen. Mitteilung des Institutes für Orts-, Regional- und Landesplanung, Nr. 100, ETH Zürich.

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

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

MURL (1999): Hochwasserfibel – Bauvorsorge in hochwassergefährdeten Gebieten. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Pasche, E., Geissler, T.R. (2001): Schadenanalyse und Schadenverminderung im Siedlungsbereich. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. Technische Universität Hamburg-Harburg.

Perrin, J.-F., Gendreau, N. (2001): CIPR – IRMA: Etude d'efficacité. Section A4 France et Belgique. Rapport final, CEMAGREF, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Groupement de Lyon, Lyon.