

# Massnahmenplanung Hochwasserschutz und Risikoübersicht im Kanton Schaffhausen

Gemeinden: Schaffhausen (inkl. Hemmental), Neuhausen, Bargaen, Beggingen, Siblingen, Oberhallau, Wilchingen/Osterfingen, Trasadingen



**Projektteam**

Stocker, Sonja (EBP)

Elsener Metz, Jürg (EBP)

Requena, Patricia (EBP)

Rauber, Martin (EBP)

Willi, Christian (EBP)

Hostmann, Markus ( Protekta Risikoberatung)

Kern, Raoul ( Protekta Risikoberatung)

Ernst Basler + Partner

Zollikerstrasse 65

8702 Zollikon

Telefon +41 44 395 11 11

info@ebp.ch

[www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)

# Vorwort

Die vorliegende Studie wurde mit tatkräftiger Mitwirkung und Unterstützung von verschiedenen Akteuren erarbeitet. Wir bedanken uns für die unkomplizierte und effiziente Zusammenarbeit.

Für die Ermittlung der Hochwasserrisiken berechnete die Firma Protekta Risikoberatung, Bern, die Risikowerte für Fahrhabe und Betriebsunterbrüche.

Bei den Feldbegehungen zur Identifikation der Hochwasserschutzmassnahmen wurden wir durch verschiedene Vertreter der acht Gemeinden begleitet und mit wertvollen Hintergrundinformationen versorgt.

Zahlreiche Grundlagendaten wurden uns vom kantonalen Vermessungsamt, von der Gebäudeversicherung Kanton Schaffhausen sowie vom Ingenieurbüro Niederer+Pozzi, Uznach, zur Verfügung gestellt.

# Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Zielsetzung .....	1
2	Verwendete Datengrundlagen .....	3
3	Ermittlung der Hochwasserrisiken .....	4
3.1	Methodik .....	4
3.2	Ergebnisse Hochwasserrisiko.....	7
3.3	Schaffhausen inkl. Hemmental .....	8
3.4	Neuhausen am Rheinfall.....	11
3.5	Bargen .....	12
3.6	Beggingen.....	14
3.7	Siblingen .....	16
3.8	Oberhallau .....	18
3.9	Wilchingen/Osterfingen .....	20
3.10	Trasadingen.....	23
3.11	Alle Gemeinden.....	26
3.12	Plausibilisierung der Ergebnisse .....	27
4	Bauliche Hochwasserschutzmassnahmen .....	29
4.1	Ziele .....	29
4.2	Methodik .....	29
4.3	Schaffhausen inkl. Hemmental – Dachsenbühlbach .....	32
4.4	Neuhausen am Rheinfall – Congobach (Neuwiesenbach) .....	36
4.5	Bargen – Hauentalbach .....	39
4.6	Beggingen – Schwebelbach.....	45
4.7	Siblingen – Langtalbach.....	50
4.8	Oberhallau – Wingertengraben .....	55
4.9	Wilchingen/Osterfingen – Haartelgraben .....	59
4.10	Trasadingen – Vorder- und Hindertalbach.....	63
5	Gesamtkostenschätzung .....	73
6	Schlussfolgerungen.....	74

## Anhänge

- A1 Methodischer Ansatz Hochwasserrisiken
- A2 Übersicht Massnahmenoptionen
- A3 Kostenschätzung Hochwasserschutzmassnahmen

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Kanton Schaffhausen herrscht insgesamt eine im Vergleich zur übrigen Schweiz unterdurchschnittliche Bedrohung durch Naturgefahren. Dennoch treten auch im Kanton Hochwasser und Massenbewegungen auf. Allen übrigen Naturgefahren kommt nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Im Rahmen der Naturgefahren erfassung werden diese beiden Prozessbereiche eingehend untersucht und für die betroffenen Gemeinden in Form von Gefahrenhinweiskarten und Gefahrenkarten dargestellt.

Nach der Festsetzung der Gefahrenkarten kommen auf die Gemeinden verschiedene Umsetzungsaufgaben zu. Dazu gehören planungsrechtliche Festlegungen, die Berücksichtigung in baurechtlichen Verfahren, die Information von betroffenen Grundeigentümern oder bauliche Schutzmassnahmen (z.B. Hochwasserschutz an Bächen). Insbesondere kleinere Gemeinden sind bei der Bewältigung von solchen anspruchsvollen Aufgaben personell, aber auch finanziell oft überfordert und stehen dadurch diesen Aufgaben kritisch gegenüber.

Die Gemeinden sollen nun bei der Umsetzung der Gefahrenkarten motiviert und unterstützt werden. Dabei wurde in der vorliegenden, vom kantonalen Tiefbauamt (TBA) beauftragten Studie für ausgewählte Gemeinden das Hochwasserrisiko (ausgedrückt durch die jährliche Schadenerwartung) ermittelt. Weiter wurden mittels geeigneter Fallbeispiele kosteneffiziente, bauliche Hochwasserschutzmassnahmen aufgezeigt. In einem dritten Schritt wurden die geschätzten Kosten dieser Hochwasserschutzmassnahmen mit geeigneten Ansätzen zu einer Gesamtkostenschätzung der Schutzmassnahmen kantonsweit aggregiert. Die vorliegende Studie dient so als Grundlage für die wirtschaftliche Beurteilung und Rechtfertigung übergeordneter baulicher Schutzmassnahmen (kommunaler Hochwasserschutz).

In einer ersten Studie wurden diese Untersuchungen im ersten Halbjahr 2010 für die Gemeinden Merishausen, Schleithelm, Neunkirch, Guntmadingen, Hallau und Beringen durchgeführt.

Das TBA, Abteilung Gewässer, hat Ernst Basler + Partner (EBP) beauftragt, diese zweite Studie auszuarbeiten.

### **Untersuchungsperimeter**

Für acht Gemeinden im Kanton wurden jeweils flächendeckend die Hochwasserrisiken (ausgedrückt durch die jährliche Schadenerwartung) ermittelt. Parallel dazu wurden für diese Gemeinden Bäche (bzw. Schwachstellen) identifiziert, die für effiziente Schutzmassnahmen geeignet sind. Für jede Gemeinde wurde eine besonders kostenwirksame Massnahme ausgewählt und näher entwickelt (Dimensionierung, Kostenschätzung).

Die folgenden acht Gemeinden wurden untersucht:

- Schaffhausen inkl. Hemmental
- Neuhausen am Rheinfall
- Barga
- Beggingen
- Siblingen
- Oberhallau
- Wilchingen/Osterfingen
- Trasadingen

In der Gemeinde Rüdlingen liegen keine Gefährdungen durch Bäche vor. Daher wurde auf die Untersuchung dieser Gemeinde verzichtet.

Innerhalb der einzelnen Gemeinden wurden zusätzlich sogenannte Risiko-Perimeter ausgeschieden (siehe Kap. 3). Diese orientierten sich an Gefahrenprozessquellen (einzelne Bäche), die zu bestimmten Gefahrenbereichen führen. Die Grundlage für die Ausscheidung der Risiko-Perimeter bildeten die Gefahren- und Intensitätskarten des Kantons Schaffhausen, und dabei im Sinne einer „Umhüllenden“ die Flächen des Extemhochwassers (EHQ).

## 2 Verwendete Datengrundlagen

Für die Erarbeitung der Studie wurden im Wesentlichen die folgenden Datengrundlagen verwendet.

Datenbeschreibung	Datenquelle
Gebäudeinformationen:	
– Gebäudetyp	Gebäudeversicherung, Amtliche Vermessung, EconoMe
– Schätzungswert	Gebäudeversicherung
– Standort	Gebäudeversicherung, Amtliche Vermessung
Strasseninformationen: Strassentyp	Tele-Atlas
Flächennutzung	Amtliche Vermessung (Bodenbedeckung)
Gefahren- und Intensitätskarten:	
– Teilgebiete 1 und 2	Amtliche Vermessung
– Teilgebiet 3	Niederer + Pozzi, Uznach
Zusatzabklärungen für einzelne Bäche	Niederer + Pozzi, Uznach
Schadenempfindlichkeiten	EconoMe 2.0
Schadenerwartungswerte für Fahrha- be und Betriebsunterbrüche	MobiGIS (Geo-Informationssystem für Naturgefahren) der Mo- biliar Versicherung (Protekta Risikoberatung)
Digitales Terrainmodell (DTM)	Amtliche Vermessung
Übersichtsplan 1:5'000 und Orthofo- tos	Amtliche Vermessung

*Tabelle 1 Verwendete Datengrundlagen.*

---

## 3 Ermittlung der Hochwasserrisiken

### 3.1 Methodik

Das Vorgehen zur Ermittlung der Hochwasserrisiken basiert auf dem methodischen Ansatz des Risikokonzeptes für Naturgefahren (Leitfaden, Planat 2009) und des IT-Tools EconoMe 2.0 (Zugriff März 2010). Die Risikoberechnungen erfolgten GIS-basiert (vgl. Anhang A1).

Nachfolgend ist die Methodik zur Ermittlung der Hochwasserrisiken zusammenfassend beschrieben.

#### Grundlagenarbeiten

Die im Kanton Schaffhausen seit 2007 durchgeführten Gefahrenanalysen mit den daraus resultierenden Fliesstiefenkarten bilden die Grundlage für die gemeindespezifische Ermittlung des Hochwasserrisikos. Sie enthalten Angaben zu folgenden, szenarienspezifischen Parametern, die für die Risikoermittlung verwendet werden:

- Ausdehnung Gefahrenbereiche mit Angaben zu gefährdeten Objekten
- Fliesstiefen (Intensität)
- Jährlichkeit

Zur Bestimmung des Standortes und der Lage der gefährdeten Objekte wurde der Übersichtsplan der amtlichen Vermessung verwendet. Dabei wurden lediglich diejenigen Gebäude berücksichtigt, die im Übersichtsplan der amtlichen Vermessung enthalten sind. Nicht berücksichtigt wurden Gebäude die in der Phase der Projektierung oder sich im Bau befinden. Die für die Risikoermittlung erforderlichen Angaben zur Gebäudeart sowie der Versicherungswert des Gebäudes wurden aus den Gebäudedaten der Gebäudeversicherung Schaffhausen entnommen. Monetäre Basiswerte weiterer Objekte (z.B. Wert Strasse pro Laufmeter in CHF etc.), die nicht bei der Gebäudeversicherung Schaffhausen vorliegen sowie sämtliche gefahrenspezifische Werte der Schadenempfindlichkeit der Objekte basieren auf EconoMe 2.0 (vgl. Anhang A1). Als Grundlage für die Ermittlung des Strassentyps (Gemeinde- oder Kantonsstrasse) wurde der Tele-Atlas verwendet.

#### Szenarien

Die Höhe der Hochwasserrisiken hängt massgeblich von der Intensität der Gefahrenprozesse ab. Der vorherrschende Gefahrenprozess im Untersuchungsperimeter stellt dabei die Überflutung dar.

Folgende Grundszenarien und Jährlichkeiten wurden berücksichtigt<sup>1</sup>:

Grundszenario	Abkürzung	Jährlichkeit <sup>2</sup>
30-jährliches Szenario	HQ 30	30 Jahre
100-jährliches Szenario	HQ 100	100 Jahre
300-jährliches Szenario	HQ 300	300 Jahre

Tabelle 2: Szenarien und Jährlichkeiten.

Unterszenarien bezüglich räumlicher Auftretenswahrscheinlichkeit innerhalb dieser Grundszenarien wurden nicht betrachtet. Für Überflutungen gemäss EconoMe wurde eine räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit von 1 angenommen. Das heisst, dass bei einem Überschwemmungsereignis jeweils die ganze Fläche des ausgeschiedenen Gefahrenbereiches betroffen ist.

Im Hinblick auf die Berechnung des Schadenausmasses (Bestimmung der objektspezifischen Schadenempfindlichkeiten nach EconoMe) wurden die Fliesstiefen und Fließgeschwindigkeiten gemäss folgender Tabelle vier Intensitätsklassen zugeordnet.

Gefahrenprozess	Keine Gefährdung (Intensität = 0)	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Überflutung	$h = 0 \text{ m}$	$h \leq 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$	$h \geq 2 \text{ m}$
	$v * h = 0 \text{ m}^2/\text{s}$	$v * h \leq 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v * h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$v * h \geq 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Tabelle 3: Intensitätskriterien für den Gefahrenprozess Überflutung

$h$  = Fliesstiefe

$v$  = Fließgeschwindigkeit des Wassers

### Ermittlung des Schadenausmasses

Zur Ermittlung des Schadenausmasses wurde das Szenario der Schadenentstehung „Beschädigung oder Zerstörung eines Objektes“ betrachtet. Schäden an Personen wurden nicht untersucht. Verschiedene Ereignisverläufe z.B. infolge erfolgreicher bzw. zu später Intervention wurden bezüglich der Schadenentstehung nicht unterschieden.

Das Schadenausmass der potenziell gefährdeten Objekte ergibt sich aus dem Produkt des Objektwertes<sup>3</sup> und der Schadenempfindlichkeit des Objektes (gemäss EconoMe 2.0; vgl. Anhang1). Folgende Objektkategorien flossen in die Bestimmung des Schadenausmasses mit ein:

<sup>1</sup> Die Grundszenarien und Jährlichkeiten basieren auf den Intensitätskarten HQ30, HQ100 und HQ 300. Das Szenario EHQ wird in der Risikoermittlung nicht berücksichtigt.

- Gebäude
- Fahrhabe und Betriebsunterbrüche
- Bahn
- Strasse
- Flächenobjekte: Grünflächen, Sonderflächen.

Innerhalb dieser Objektkategorien wurden die direkten Schäden des Szenarios der Schadenentstehung für die in Anhang A2 aufgeführten Objektarten bestimmt. Die Schäden bezüglich Fahrhabe und Betriebsunterbrüchen basieren dabei auf Berechnungen der Protekta Risiko-Beratung, Bern, wobei die Gesamtschäden pro Risiko-Perimeter und Gemeinde gemäss dem Marktanteil der Mobiliar Versicherungen hochgerechnet wurden<sup>4</sup>.

Das Schadenausmass  $S$  aus direkten Sachschäden für ein Objekt  $i$  im Szenario  $j$  ergibt sich dabei aus:

$$Aw_{ji} = W_i \cdot SE_i \cdot EM \quad [CHF]$$

$Aw_{ji}$ : Schadenausmass aus direkten Sachschäden für ein Objekt  $i$  in einem Szenario  $j$  [CHF]

$W_i$ : Wert des Objektes  $i$  [CHF/EM]

$SE_i$ : Schadenempfindlichkeit des Objektes  $i$  in Abhängigkeit der Intensität [-]

$EM$ : Einheitsmass (Länge Verkehrswege; Fläche Kultur- und Waldfläche; EM für Gebäude = 1)

Zusätzlich wurden aufgrund der Berechnungen der Protekta Risikoberatung indirekte Schäden infolge "Betriebsausfall"  $A(id)_j$  bei der Bestimmung des Schadenausmasses berücksichtigt<sup>5</sup>. Weitere indirekte Schäden wie z.B. die Verfügbarkeit von Strassen infolge vorsorglicher Sperrung oder einer Sperrung nach Ereignis werden nicht betrachtet.

## Risikoermittlung

Das Hochwasserrisiko  $R_j$  in Bezug auf Sachwerte<sup>6</sup> im Szenario  $j$  setzt sich aus dem Schadenausmass direkter und indirekter Schäden verknüpft mit der Häufigkeit  $p_j$  des Szenarios zusammen:

<sup>2</sup> Die Jährlichkeit entspricht dem Kehrwert der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit. Beispielsweise bedeutet eine jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1/30, dass ein 30-jährliches Hochwasser erreicht oder überschritten wird, bzw. dass der Pegelstand des 30-jährlichen Hochwassers erreicht oder überschritten wird.

<sup>3</sup> Versicherungswert der Gebäude (Gebäudeversicherung Schaffhausen), Versicherungswert Fahrhabe und Betriebsunterbruch (Protekta Risiko-Beratung AG), ansonsten Basiswerte gemäss EconoMe 2.0.

<sup>4</sup> Der jährliche Schadenerwartungswert bezüglich Fahrhabe (sowie Betriebsunterbruch) wurde von der Protekta Risikoberatung nach identischem Vorgehen auf Basis der Versicherungsdaten der Mobiliar Versicherungen und der Daten aus EconoMe 2.0 ermittelt.

<sup>5</sup> Aus Gründen des Datenschutzes konnten die durch die Protekta Risikoberatung berechneten, jährlichen Schadenerwartungswerte bezüglich Fahrhabe und Betriebsunterbruch lediglich auf Stufe Gemeinde zur Verfügung gestellt werden. Auf Stufe „Risiko-Perimeter“ wurden aggregierte Werte (Fahrhabe und Betriebsunterbruch zusammen) erstellt.

<sup>6</sup> Gemäss den Ausschreibungsunterlagen vom 15. Dezember 2009 des Kantons Schaffhausen sollen Personenrisiken nicht berücksichtigt werden.

$$R_j = A_j \cdot p_j \quad [CHF/J.]$$

$R_j$ : Hochwasserrisiko im Szenario j [CHF/J.]

$A_j$ : Schadenausmass direkter und indirekter Schäden im Szenario j ( $=Aw_{ji} + A(id)_j$ )

$p_j$ : Häufigkeit des Szenarios j [-].

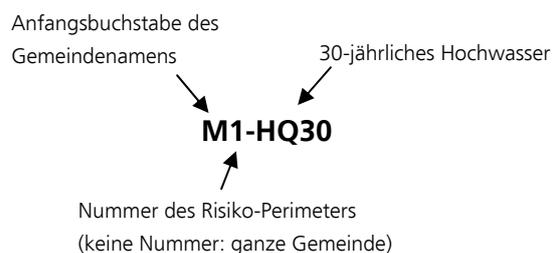
Die Häufigkeit des Szenarios j wird dabei angenähert als Differenz der Überschreitungswahrscheinlichkeiten zweier „benachbarter“ Szenarien  $P_j$  und  $P_{j+1}$  aufgefasst<sup>7</sup>.

Das kollektive Hochwasserrisiko in Bezug auf Sachwerte über alle Szenarien wurde pro Risiko-Perimeter und pro Gemeinde aus der Summe der Hochwasserrisiken pro Szenario (HQ30, HQ100, HQ300) berechnet.

## 3.2 Ergebnisse Hochwasserrisiko

Jede Gemeinde wurde in Risiko-Perimeter aufgeteilt. Für jeden dieser Risiko-Perimeter sowie für die gesamten Gemeinden wurde das Hochwasserrisiko pro Szenario (HQ30, HQ100, HQ300) sowie das kollektive Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100, HQ300) berechnet.

Folgende Nomenklatur wird dabei in den Darstellungen verwendet (erklärt am Beispiel der Gemeinde Merishausen):



<sup>7</sup> Berechnung des kollektiven Hochwasserrisikos nach der Treppenfunktion (komplementär-kumulatives Häufigkeits-Ausmass-Diagramm) gemäss Risikokonzept (PLANAT 2009) und EconoMe 2.0 (2010).

### 3.3 Schaffhausen inkl. Hemmental

Das Stadtgebiet Schaffhausen wurde in acht Risiko-Perimeter unterteilt.

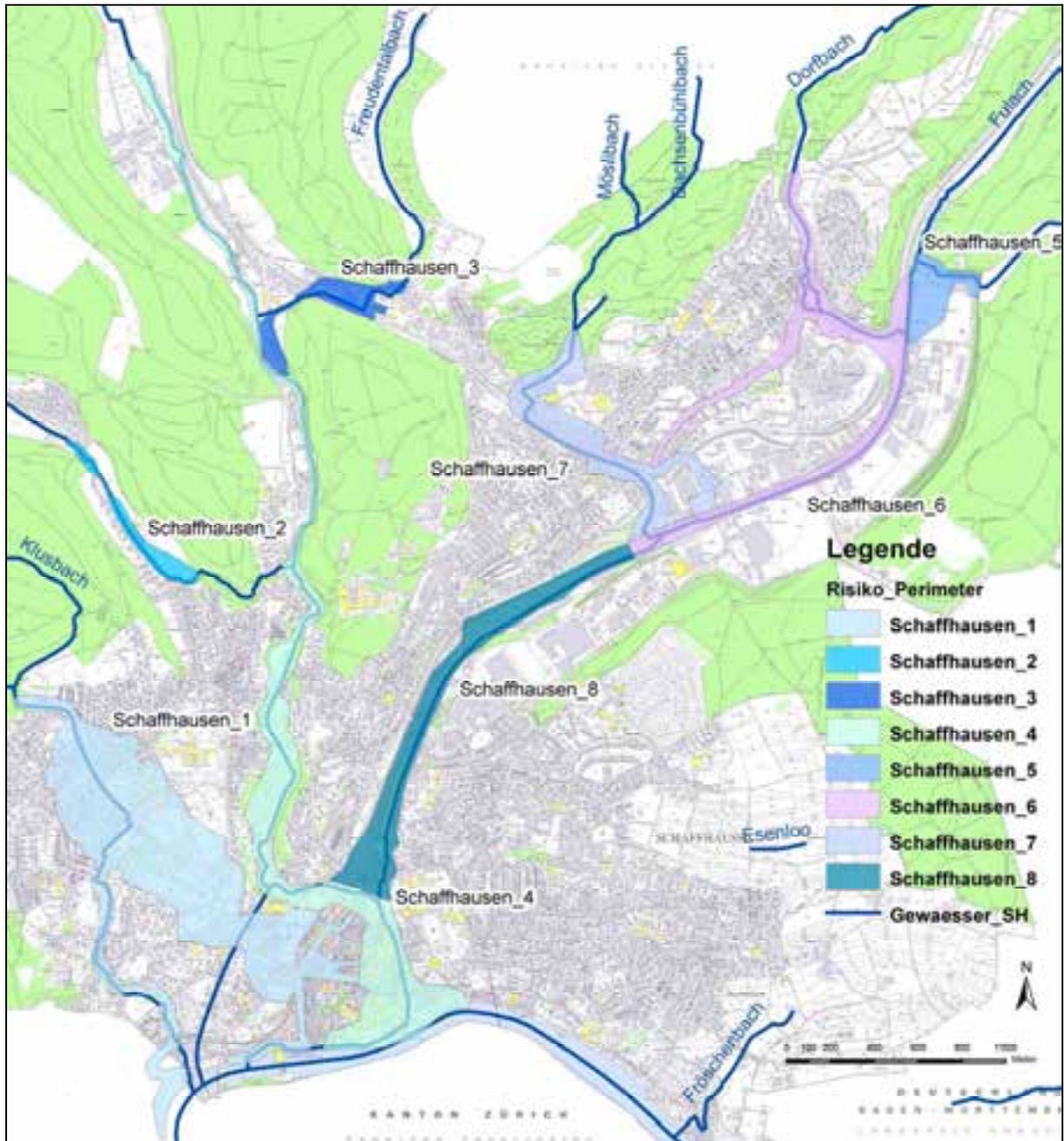


Abbildung 1: Übersichtplan Stadt Schaffhausen und Darstellung der 8 Risiko-Perimeter.

Schaffhausen-Hemmental wurde weiter in vier Risiko-Perimeter unterteilt.

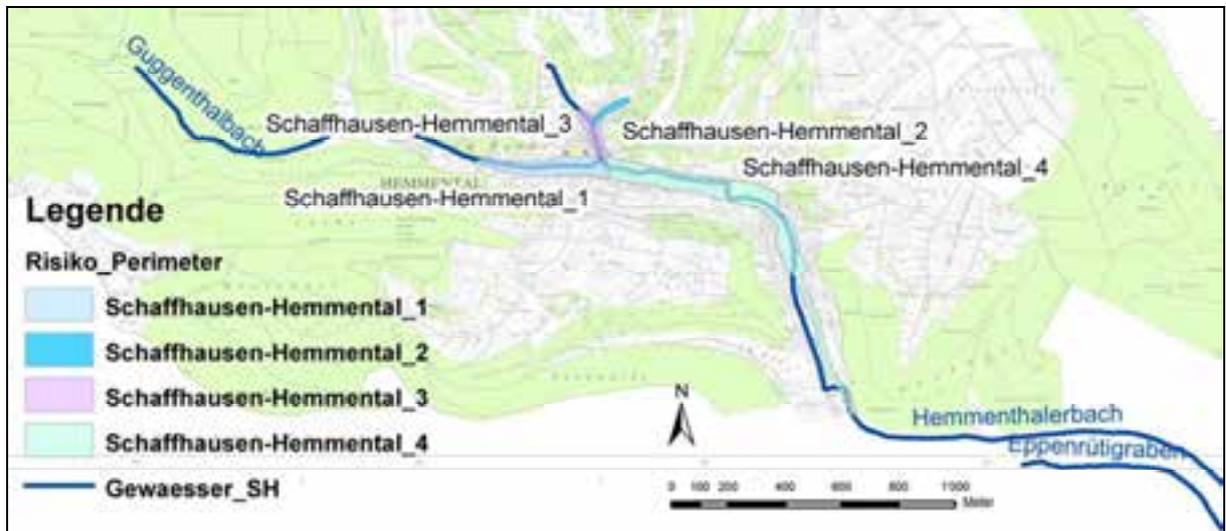


Abbildung 2: Übersichtsplan Hemmental und Darstellung der 4 Risiko-Perimeter

Das kollektive Hochwasserrisiko (Summe aus Hochwasserrisiken HQ30, HQ100 und HQ300) in der Stadt Schaffhausen inklusive Hemmental beträgt gut CHF 2.8 Mio. pro Jahr (höchster Wert im Vergleich zu den übrigen betrachteten Gemeinden).

Abbildung 3 zeigt, dass das Hochwasserrisiko insbesondere durch das 300-jährliche Hochwasser (HQ300) aber auch durch das 100-jährliche Hochwasser (HQ100) bestimmt wird. Bei häufigeren Ereignissen (HQ30) sind mit Schäden im Bereich von CHF 350'000 pro Jahr zu rechnen.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass innerhalb von Schaffhausen der grösste Schadenerwartungswert in der Altstadt (S4) liegt. Grund dafür sind die hohen Wertkonzentrationen in diesem Perimeter (mehrere Grossrisiken sind potentiell von einer Überschwemmung betroffen). Ebenfalls einen gewissen Beitrag an das Hochwasserrisiko in der Stadt Schaffhausen leisten die Perimeter S1 und S8; die übrigen haben einen relativ geringen bis keinen Einfluss auf das gesamte Hochwasserrisiko.

Das gesamte Hochwasserrisiko setzt sich dabei rund 50 Prozent durch Gebäuderisiken (knapp CHF 1.5 Mio. pro Jahr) zusammen. Die Risiken durch Fahrhabe und Betriebsunterbruch betragen gut CHF 0.9 Mio. pro Jahr während auch die Risiken aufgrund der Schäden an der Bahninfrastruktur noch einen beachtlichen Anteil am Gesamtrisiko aufweisen (rund CHF 0.3 Mio. pro Jahr).

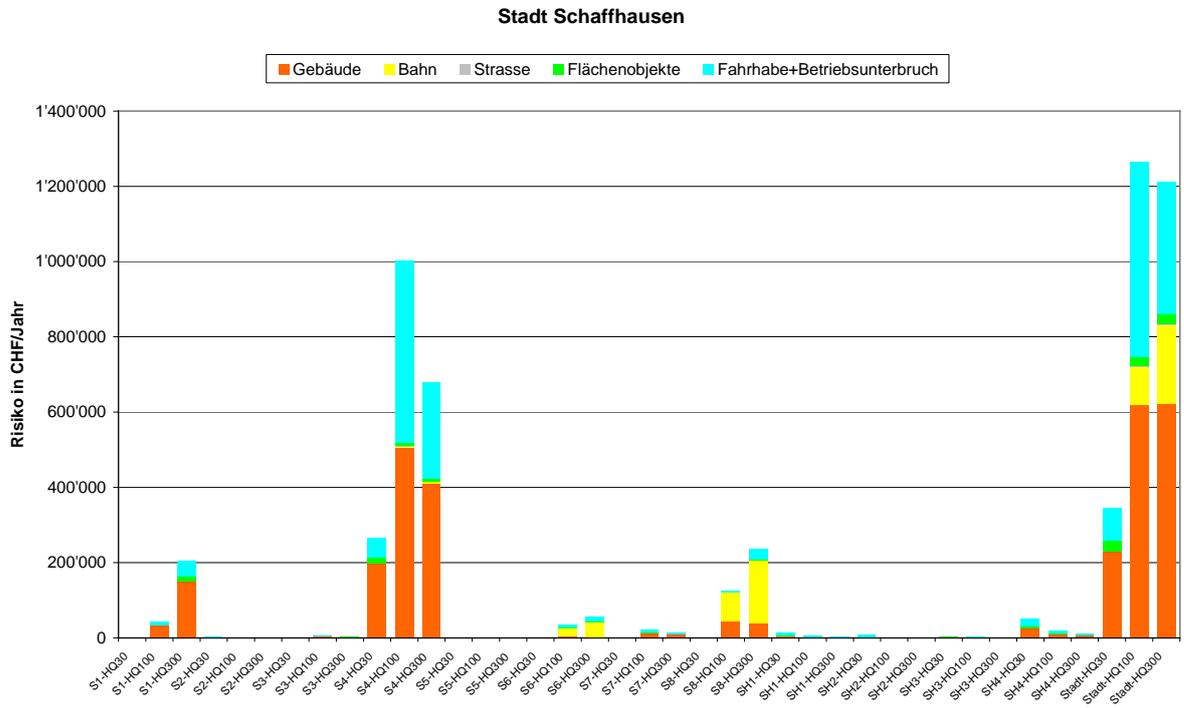


Abbildung 3: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Stadt.

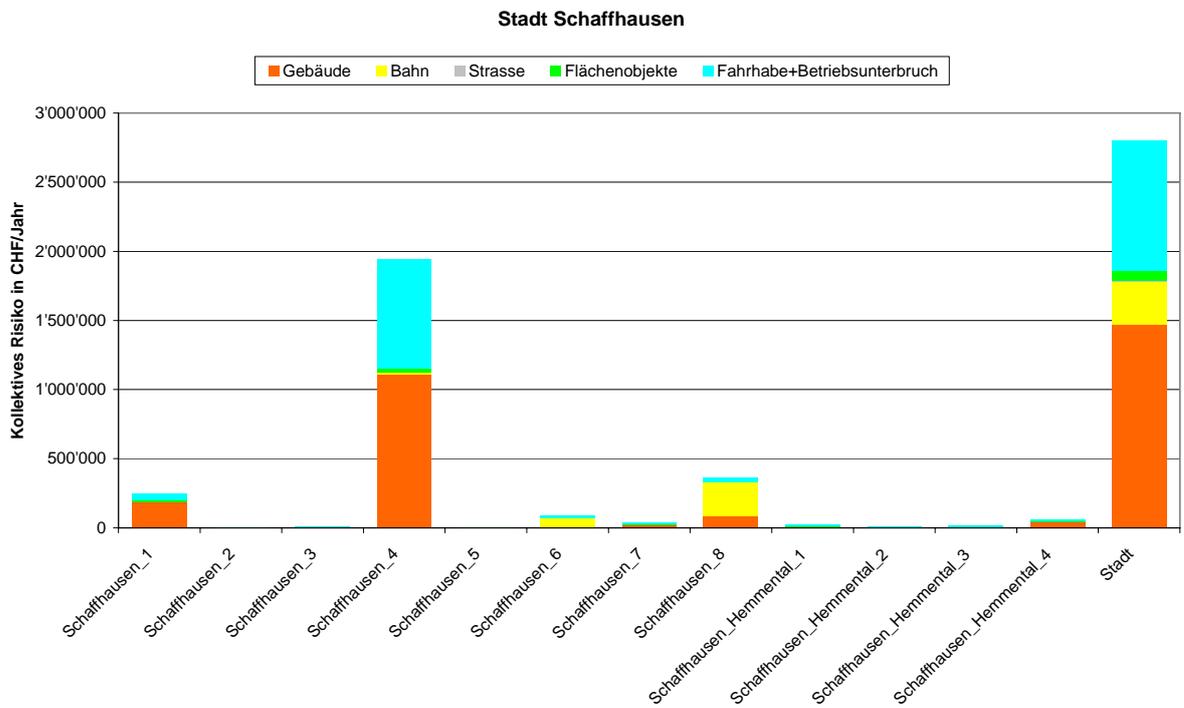


Abbildung 4: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.4 Neuhausen am Rheinfall

Für die Gemeinde Neuhausen am Rheinfall wurde aufgrund der potenziellen Überschwemmungsgebiete des Congobaches ein Risiko-Perimeter ausgedehnt.

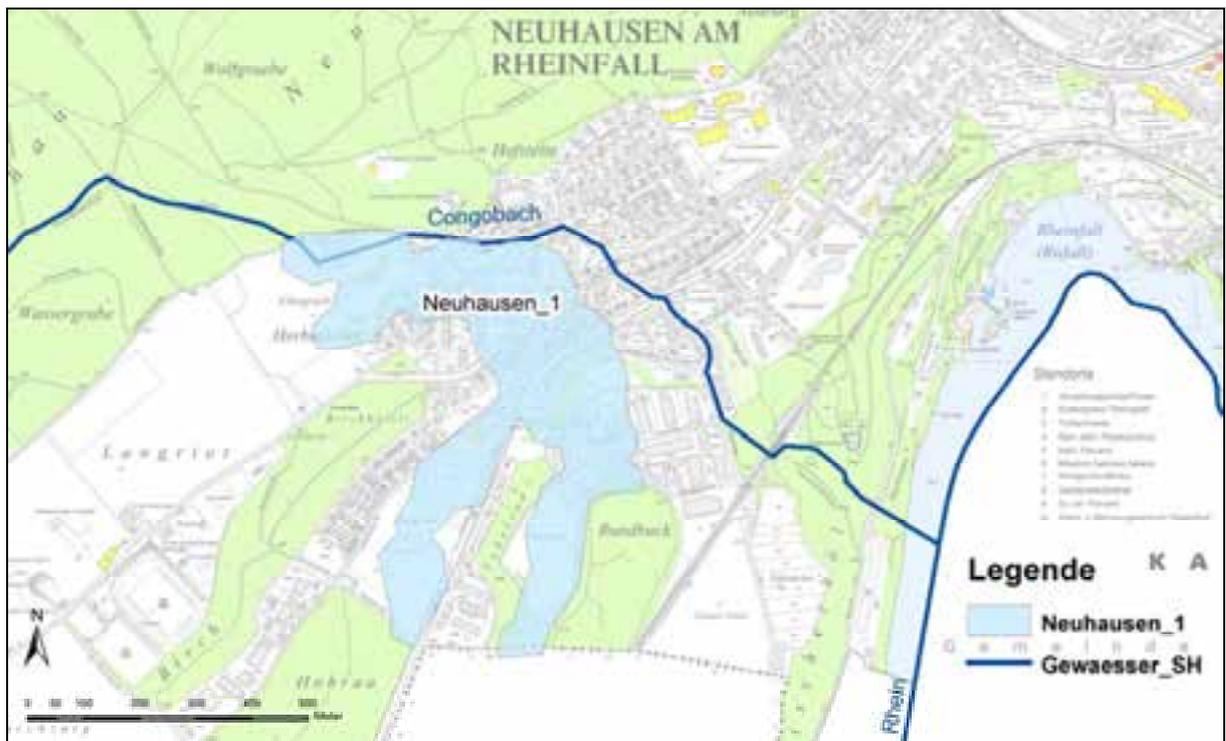


Abbildung 5: Übersichtsplan Neuhausen am Rheinfall und Darstellung des einen Risiko-Perimeters

Gemäss der überarbeiteten Gefahrenkarte, Stand November 2010, sind nur einige wenige Objekte durch Hochwasser betroffen (vgl. Abbildung 30 in Kap. 4.4). Eine automatisierte Abschätzung des Hochwasserrisikos – wie in den anderen Gemeinden durchgeführt – ist daher mit grossen Unsicherheiten behaftet. Eine Risikoabschätzung müsste durch eine aufwändige, objektweise Bewertung erfolgen. Auf diese wurde im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch verzichtet.

Im Vergleich zu den anderen untersuchten Gemeinden ist für Neuhausen jedoch mit einem deutlich geringeren Hochwasserrisiko zu rechnen.

### 3.5 Bargaen

Innerhalb der Gemeinde Bargaen wurden sechs Risiko-Perimeter ausgeschieden.

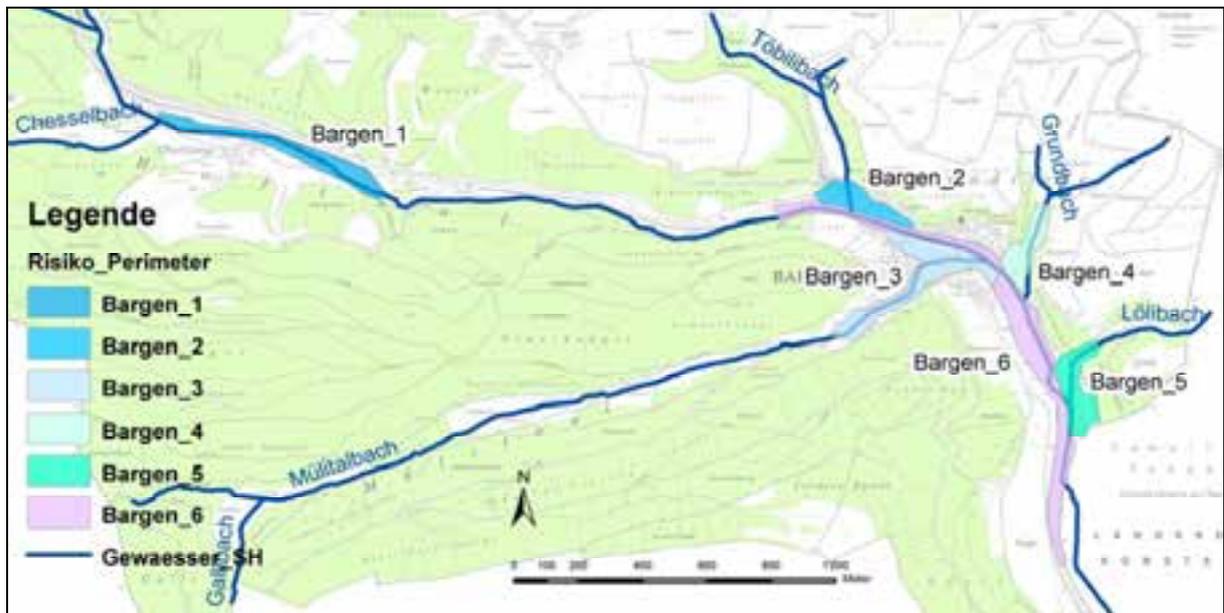


Abbildung 6: Übersichtsplan Gemeinde Bargaen und Darstellung der sechs Risiko-Perimeter.

Das kollektive Hochwasserrisiko in der Gemeinde Bargaen, insgesamt knapp CHF 110'000 pro Jahr, wird massgeblich durch den Risiko-Perimeter B3 bestimmt (vgl. Abbildung 7). Dabei wird das gesamte Hochwasserrisiko massgeblich durch die Risiken infolge des HQ30 bestimmt.

Knapp 60 Prozent tragen die Gebäuderisiken zum kollektiven Hochwasserrisiko bei, die verbleibenden Risiken setzen sich im Wesentlichen durch die Risiken der Objektkategorien Fahrhabe und Betriebsaufall sowie Flächenobjekte zusammen (vgl. Abbildung 8).

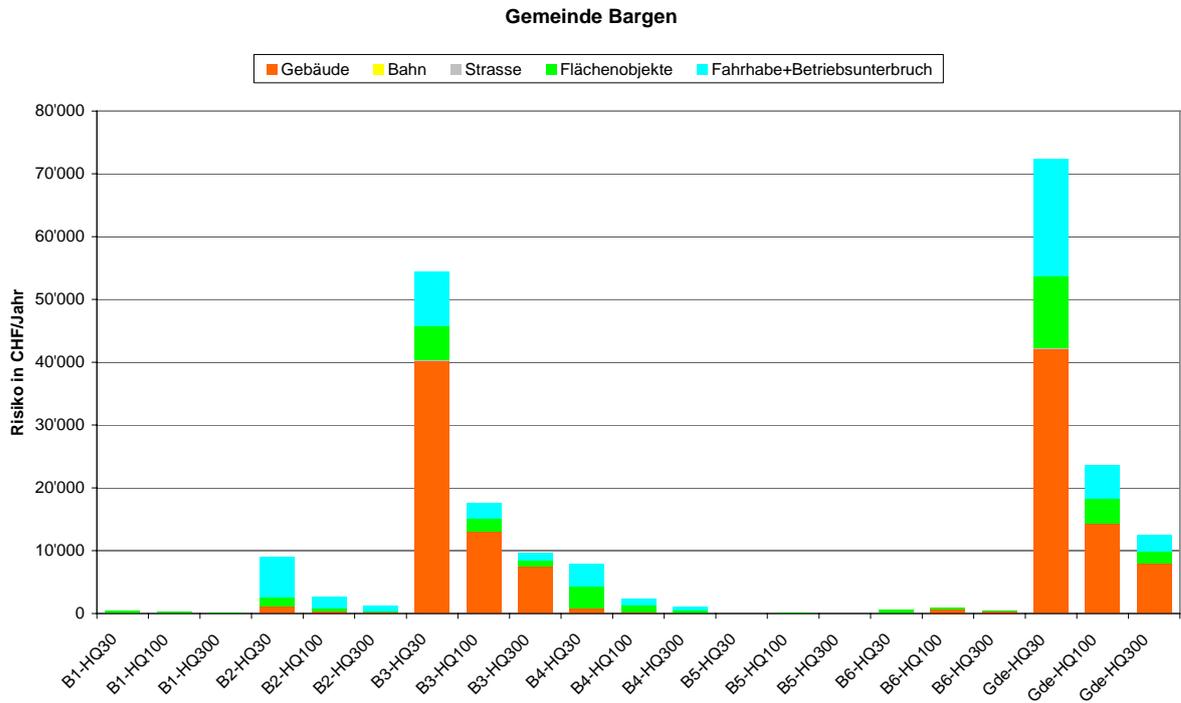


Abbildung 7: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

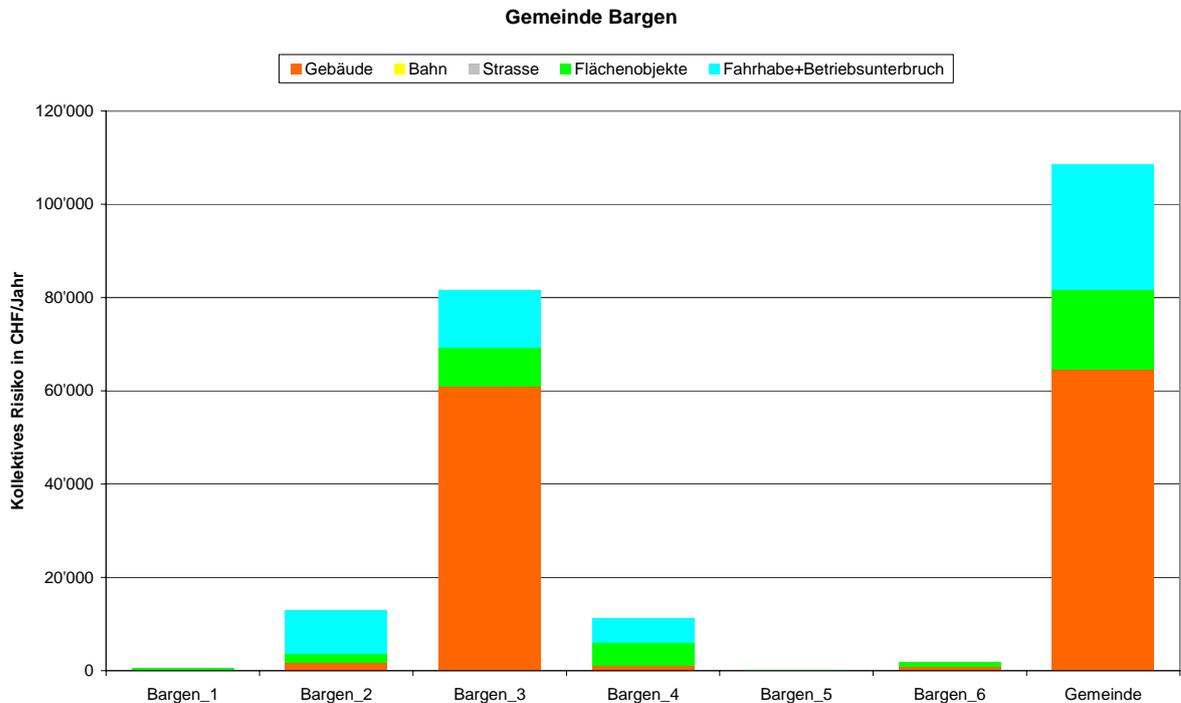


Abbildung 8: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.6 Beggingen

Innerhalb der Gemeinde Beggingen wurden 7 Risiko-Perimeter ausgeschieden.



Abbildung 9: Übersichtsplan Gemeinde Beggingen und Darstellung der sieben Risiko-Perimeter. Der siebte Risiko-Perimeter befindet sich weiter westlich in einem unbesiedelten Gebiet.

Beggingen weist ein kollektives Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100 und HQ300) von gut CHF 65'000 pro Jahr auf. Insbesondere werden die Risiken durch den Risiko-Perimeter 1 bestimmt, mit einem Beitrag an das gesamte Hochwasserrisiko von rund 70 Prozent (vgl. Abbildung 10). Dabei trägt das 30-jährliche Ereignis stark zum Hochwasserrisiko bei (CHF 33'000 pro Jahr, also ca. 50 Prozent).

Je rund 40 Prozent tragen die Gebäuderisiken und die Risiken aufgrund der Schäden in der Objektkategorie Fahrhabe und Betriebsausfall zum Gesamtrisiko bei (vgl. Abbildung 11).

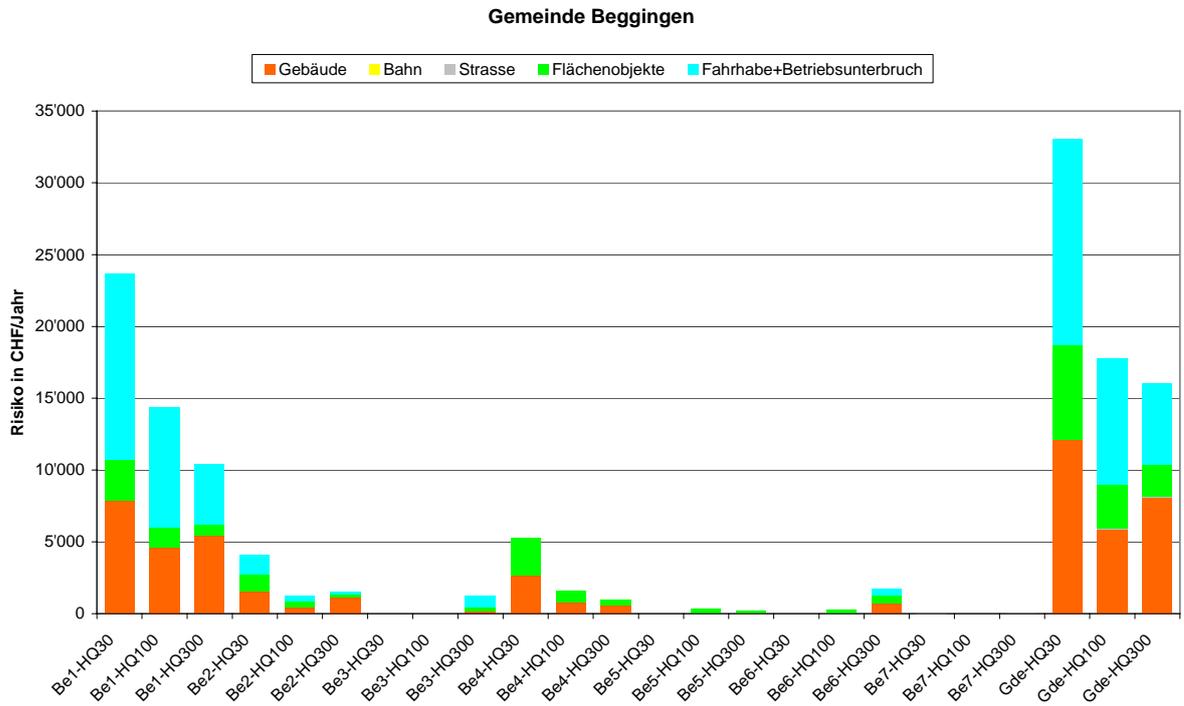


Abbildung 10: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

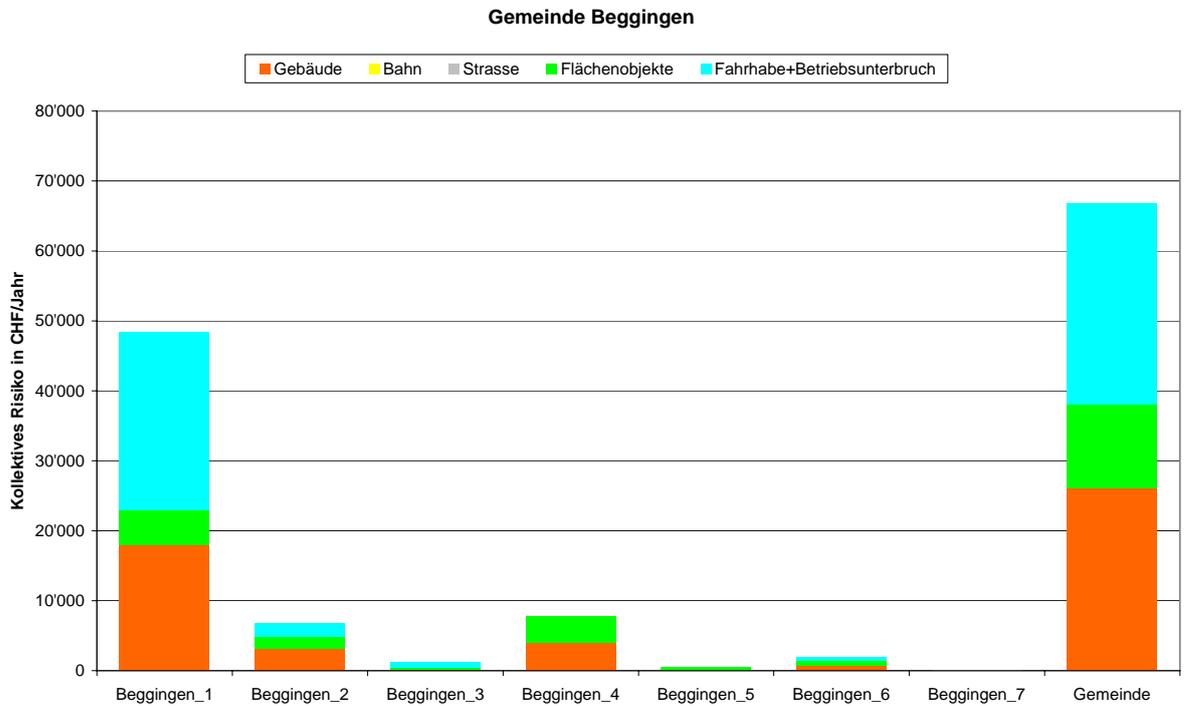


Abbildung 11: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.7 Siblingen

Die Gemeinde Siblingen wurde aufgrund der potenziellen Überschwemmungsgebiete des Seltenbaches und des Langtalbaches in drei Risiko-Perimeter unterteilt.

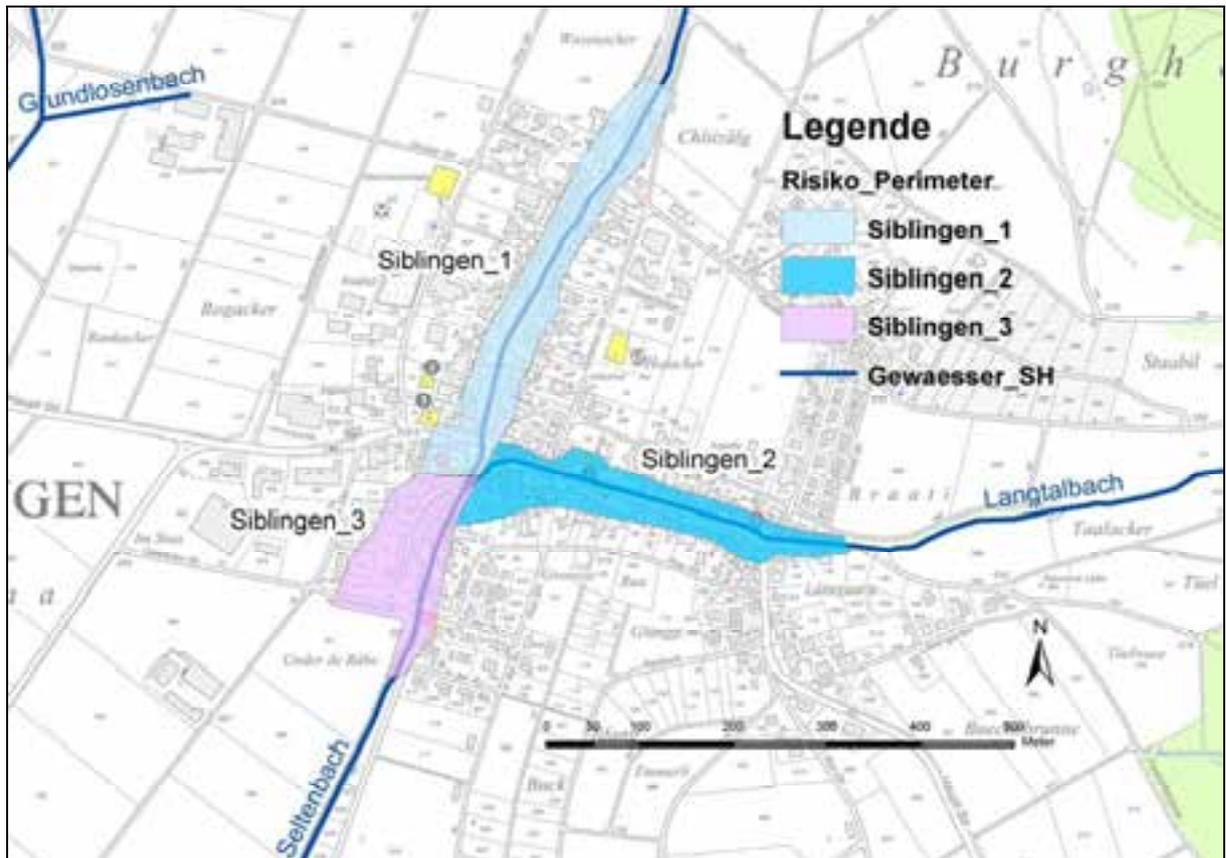


Abbildung 12: Übersichtsplan Gemeinde Siblingen und Darstellung der drei Risiko-Perimeter.

Das gesamte kollektive Hochwasserrisiko in der Gemeinde Siblingen beträgt knapp CHF 70'000 pro Jahr, wobei das HQ30 Risiken im Bereich von CHF 40'000 pro Jahr generiert (vgl. Abbildung 13). Zudem wird das gesamte kollektive Hochwasserrisiko insbesondere durch die Risiko-Perimeter 1 und 2 bestimmt.

Etwa 40 Prozent tragen die Gebäuderisiken zum Gesamtrisiko bei, während die Risiken aufgrund der Schäden in den Objektkategorien Fahrhabe und Betriebsausfall sowie Flächenobjekte die restlichen 60% bestimmen (vgl. Abbildung 14).

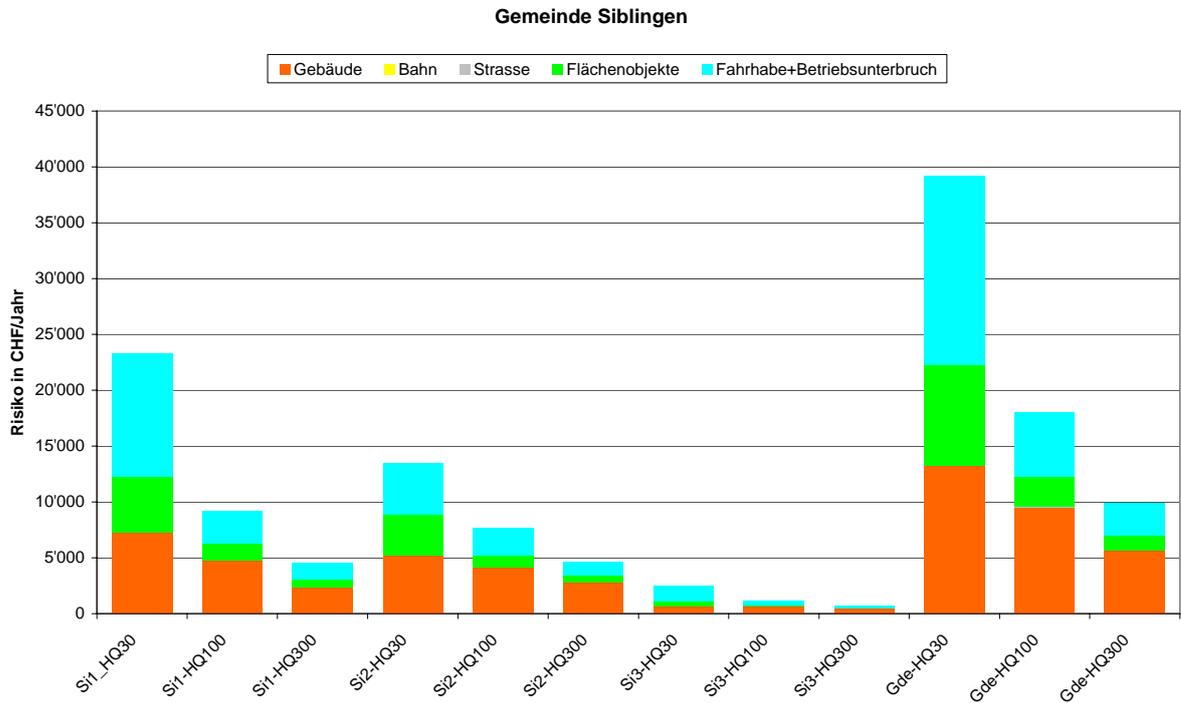


Abbildung 13: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

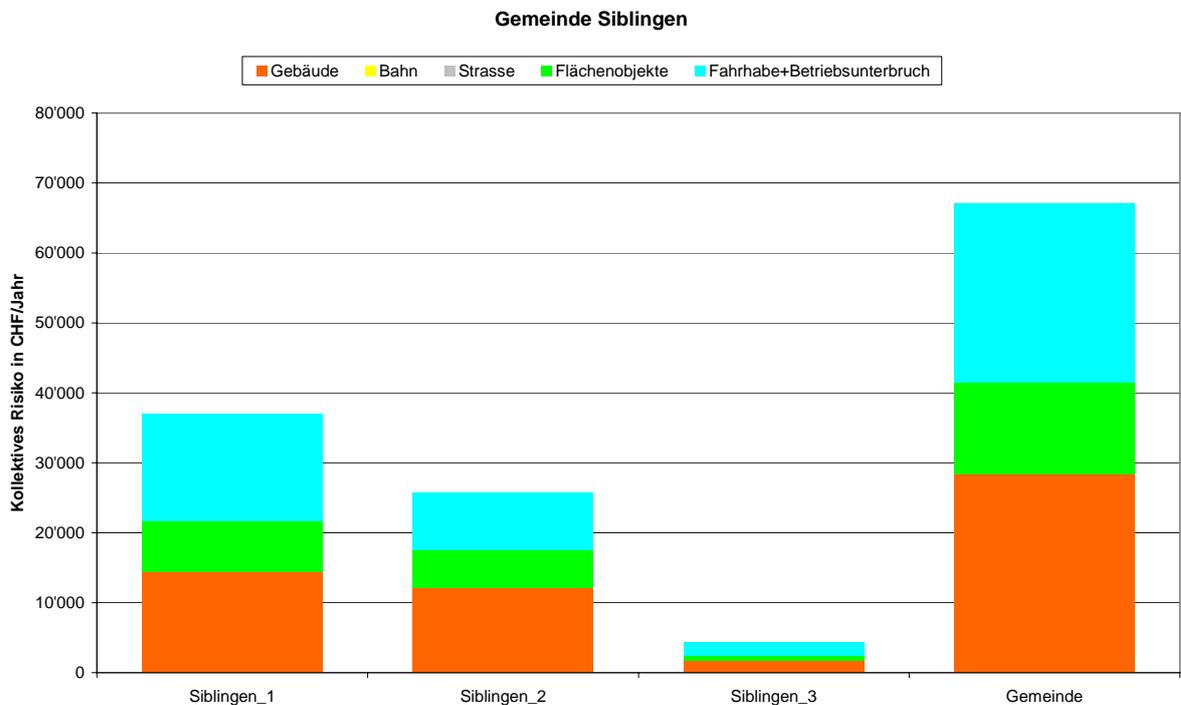


Abbildung 14: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.8 Oberhallau

Die Gemeinde Oberhallau wurde in zwei Risiko-Perimeter unterteilt.

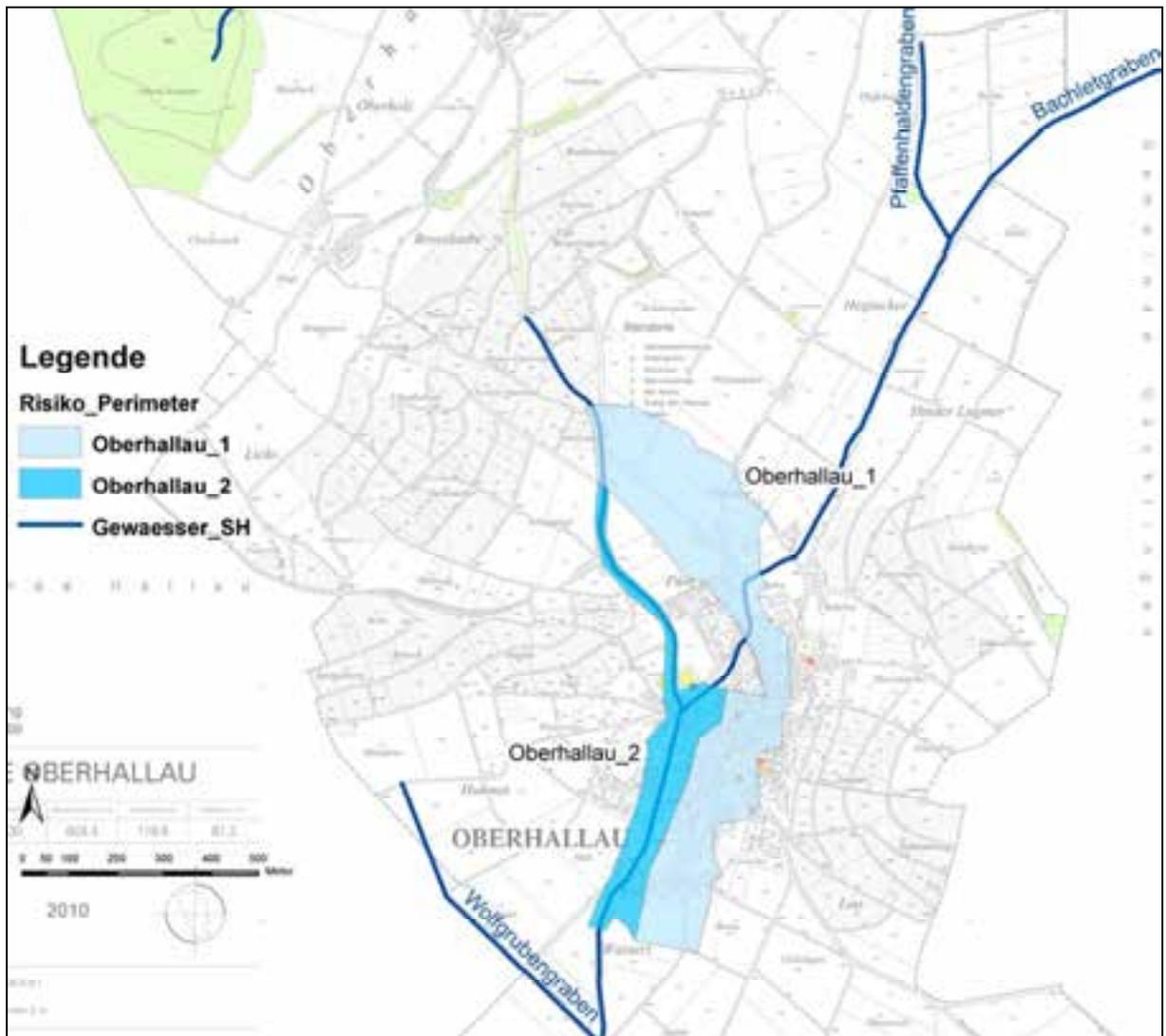


Abbildung 15: Übersichtsplan Gemeinde Oberhallau und Darstellung der zwei Risiko-Perimeter

Das kollektive Hochwasserrisiko in der Gemeinde Oberhallau beträgt knapp CHF 110'000 pro Jahr und entspricht etwa dem Hochwasserrisiko der Gemeinde Barga. Gut CHF 70'000 trägt das 30-jährliche Szenario bei (vgl. Abbildung 16).

Aus Abbildung 17 ist ersichtlich, dass das Gesamtrisiko zur einen Hälfte durch den Schadenerwartungswert der Objektkategorie Fahrhabe und Betriebsunterbruch und zur anderen Hälfte durch Gebäuderisiken und der Flächenobjektrisiken verursacht wird.

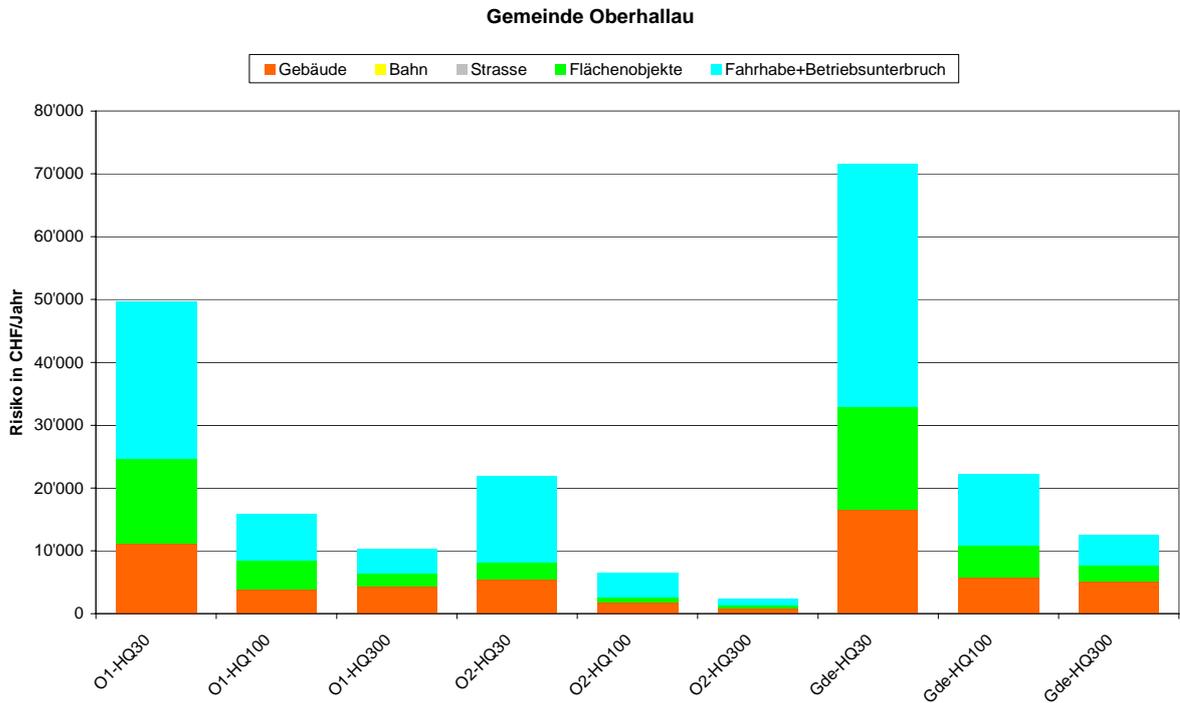


Abbildung 16: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

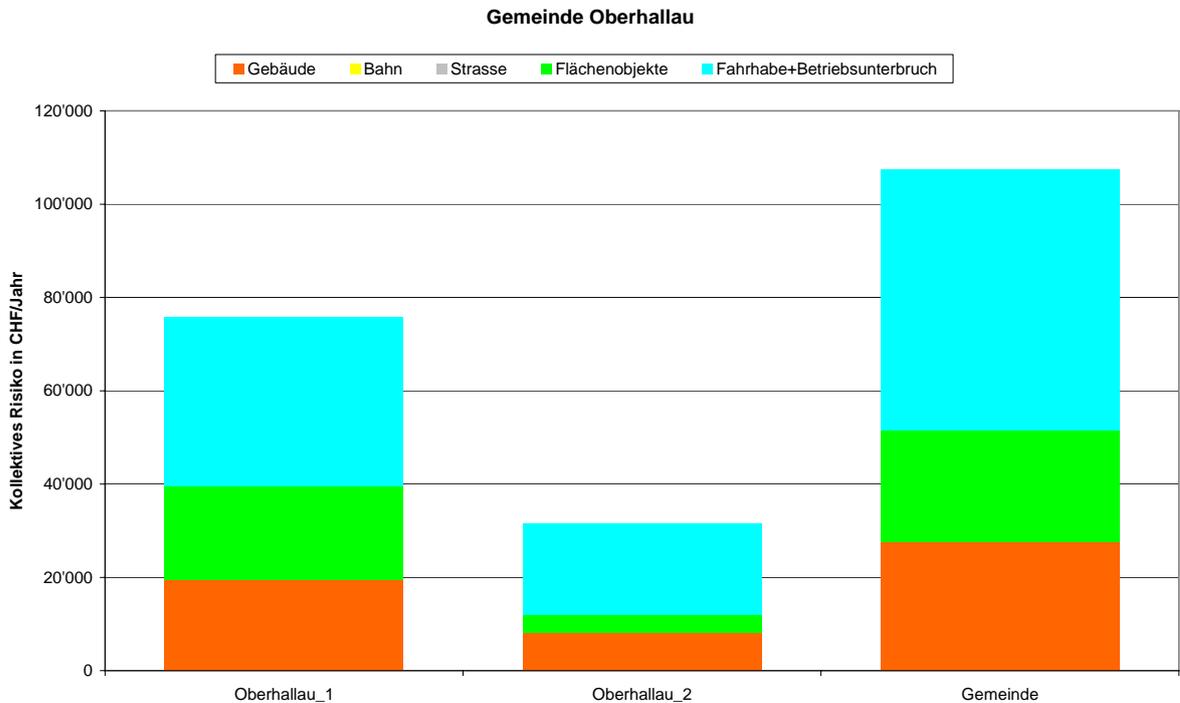


Abbildung 17: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.9 Wilchingen/Osterfingen

Die Gemeinde Wilchingen/Osterfingen besteht aus drei abgegrenzten Ortsteilen: Wilchingen Neuhaus, Wilchingen und Osterfingen. Insgesamt wurden für die Gemeinde Wilchingen/Osterfingen acht Risiko-Perimeter ausgeschieden und die Hochwasserrisiken beurteilt (je vier für die Ortsteile Wilchingen und Osterfingen).

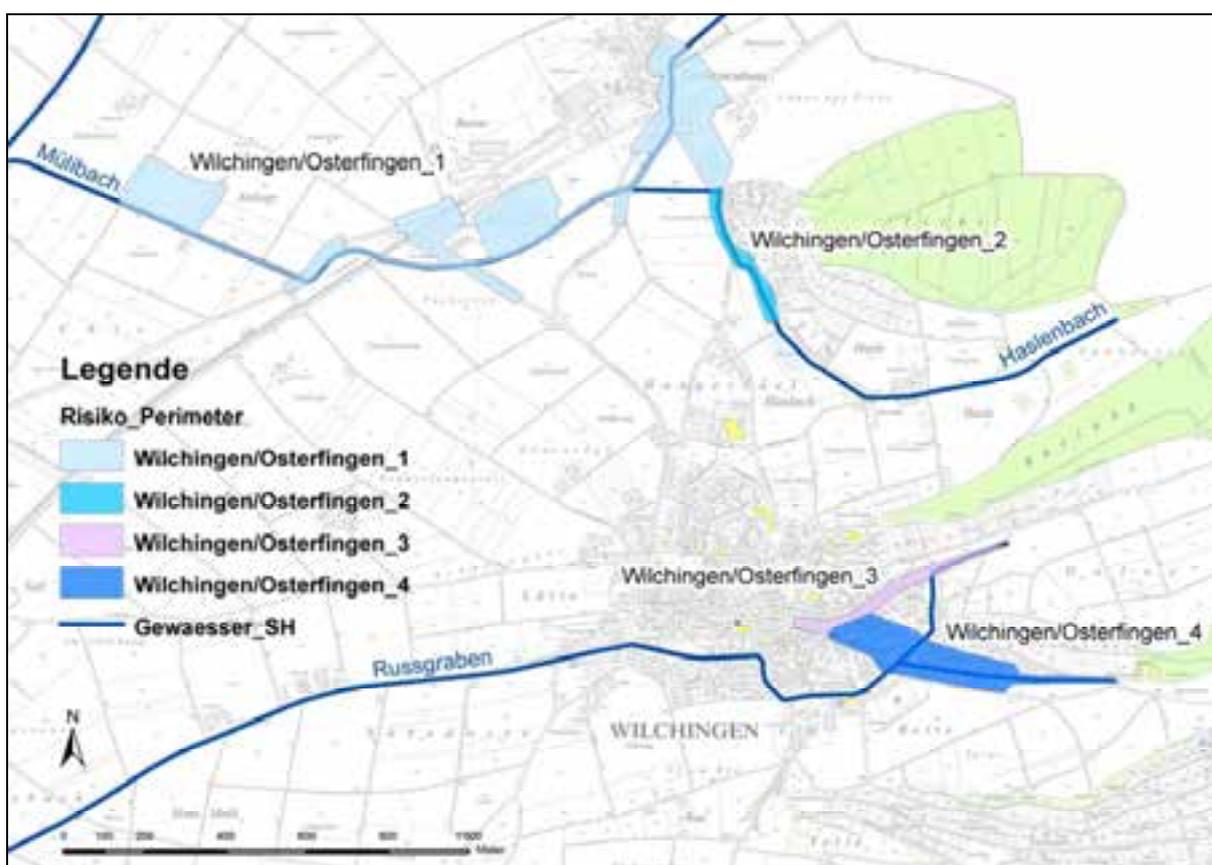


Abbildung 18: Übersichtsplan des Ortsteils Wilchingen und Darstellung der vier Risiko-Perimeter

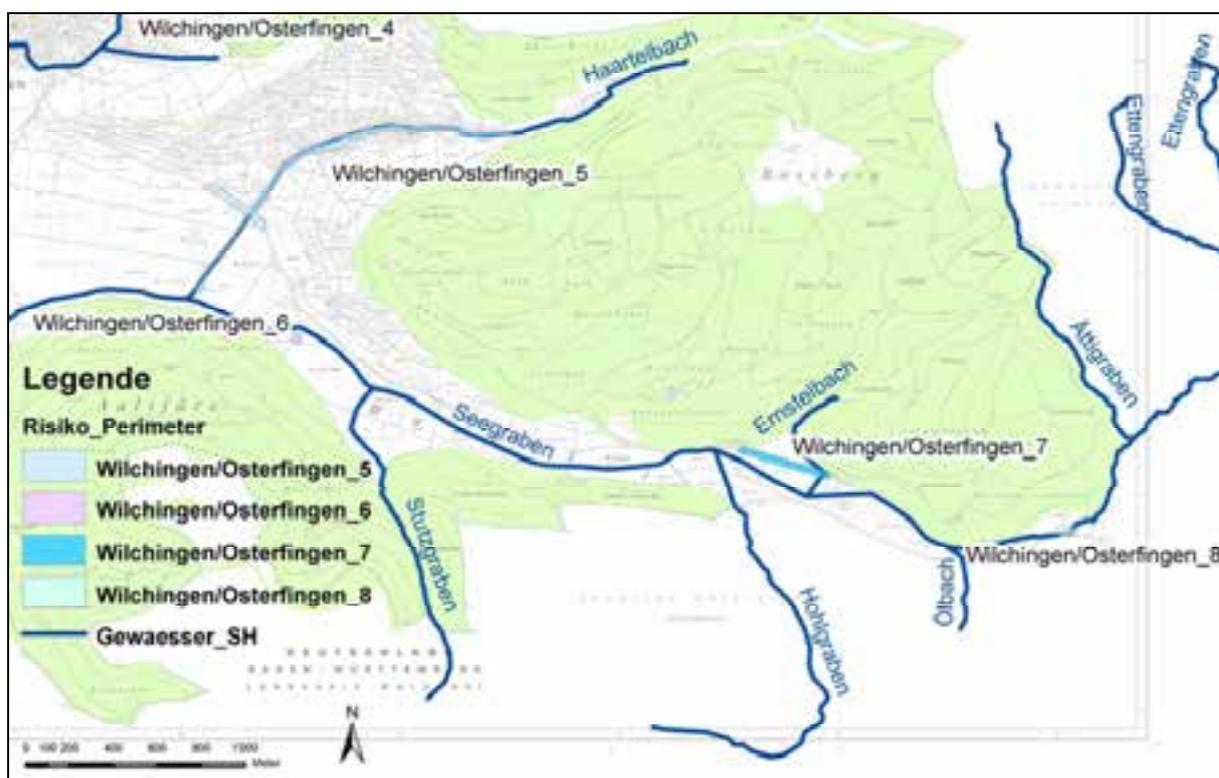


Abbildung 19: Übersichtsplan des Ortsteils Osterfingen und Darstellung der weiteren vier Risiko-Perimeter.

Die Gemeinde Wilchingen weist ein kollektives Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100 und HQ300) von knapp CHF 120'000 pro Jahr auf. Rund die Hälfte davon wird durch das 30-jährliche Hochwasser verursacht (vgl. Abbildung 20). Insbesondere werden die Risiken durch die Risiko-Perimeter 1, 4 und 5 bestimmt, mit einem Beitrag zum gesamten Hochwasserrisiko von gut 80 Prozent (vgl. Abbildung 21). In den Risiko-Perimetern 6 bis 8 ist bis zu einem 300-jährlichen Ereignis nicht mit Schäden zu rechnen.

Gut 30 Prozent tragen je die Gebäuderisiken und die Risiken der Flächenobjekte zum Gesamtrisiko bei. Ebenfalls entstehen Kosten im Bereich der Bahninfrastruktur sowie der Fahrhabe und Betriebsunterbruch.

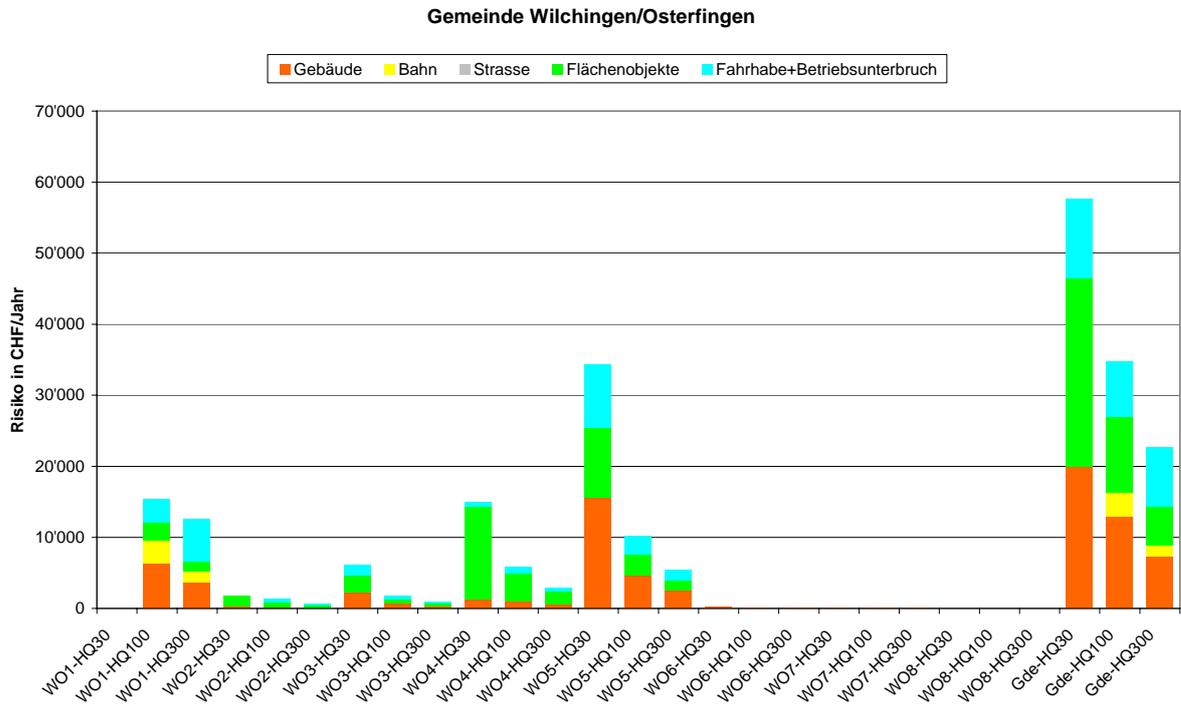


Abbildung 20: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der acht Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

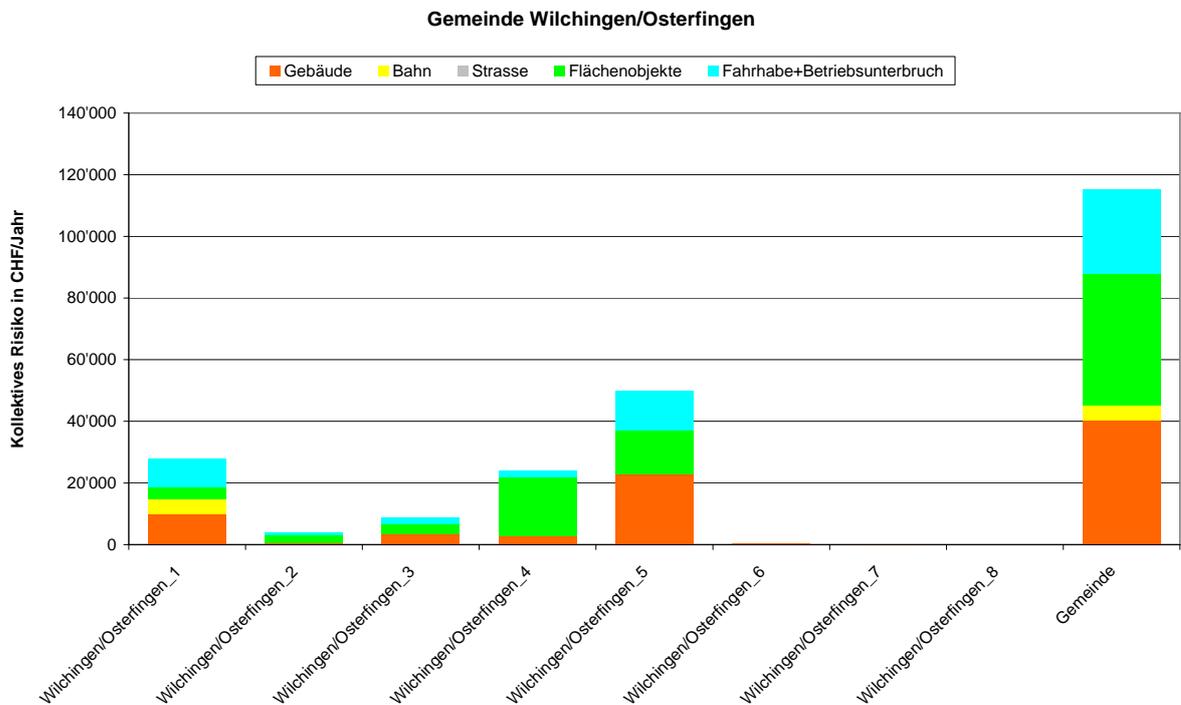


Abbildung 21: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### 3.10 Trasadingen

Die Gemeinde Trasadingen wurde aufgrund der potenziellen Überschwemmungsgebiete des Vorder- und Hindertalbaches sowie des Landgrabens in zwei Risiko-Perimeter unterteilt.

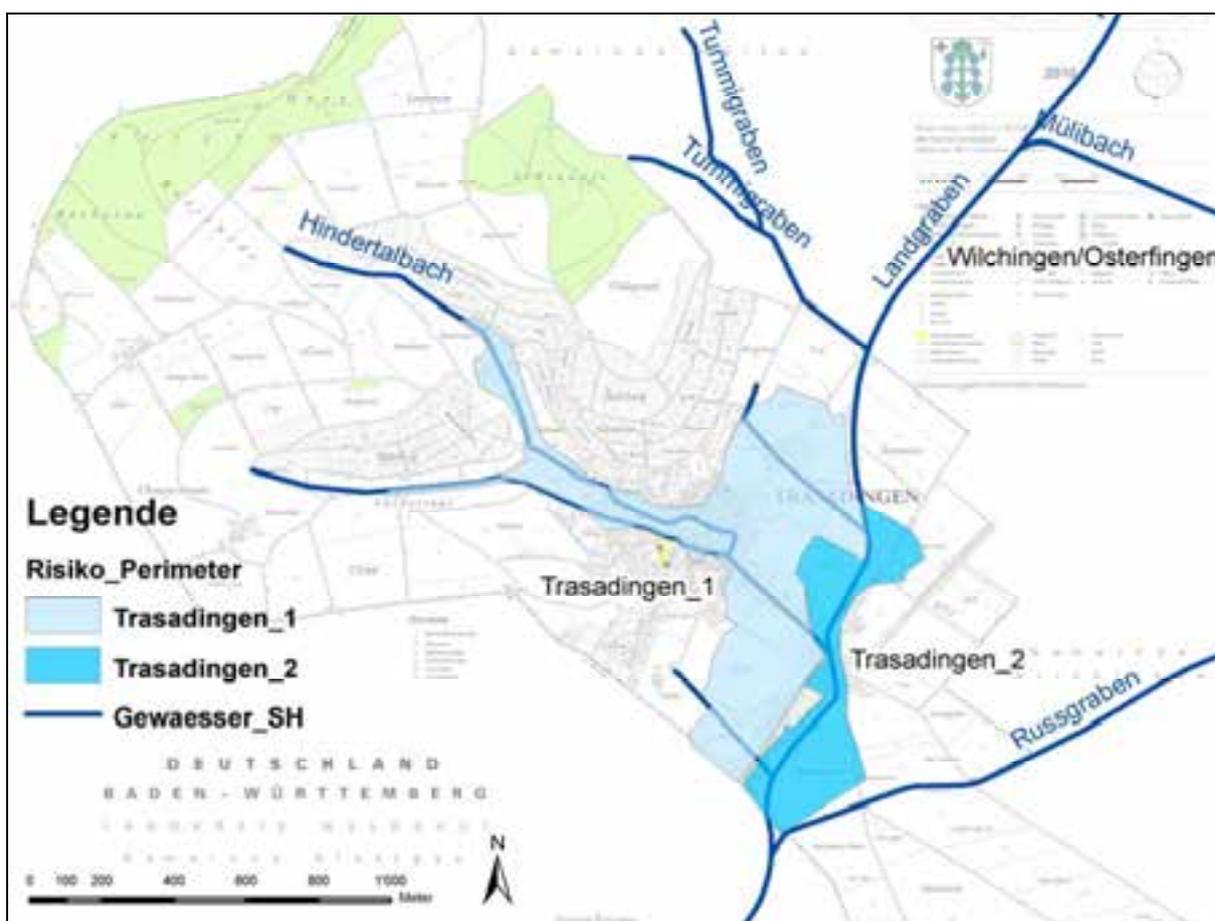


Abbildung 22: Übersichtsplan Gemeinde Trasadingen und Darstellung der zwei Risiko-Perimeter

Das gesamte Hochwasserrisiko in der Gemeinde beträgt pro Jahr knapp CHF 190'000, wobei das Risiko zu etwa 80% durch den Risiko-Perimeter 1 bestimmt werden. Das 30-jährliche Ereignis trägt massgebend, d.h. zu rund 60%, zum Gesamtrisiko bei (vgl. Abbildung 23).

Das Risiko im Risiko-Perimeter 2 wird v. a. durch Schäden an der Bahninfrastruktur verursacht, die bereits bei einem 30-jährlichen Ereignis entstehen können. Der Anteil der Gebäuderisiken am gesamten Hochwasserrisiko ist mit etwa 20% verhältnismässig gering (vgl. Abbildung 24).

Für das Szenario HQ30 weist die Gemeinde Trasadingen, neben der Stadt Schaffhausen, den grössten Schadenerwartungswert auf (CHF 110'000.- pro Jahr).

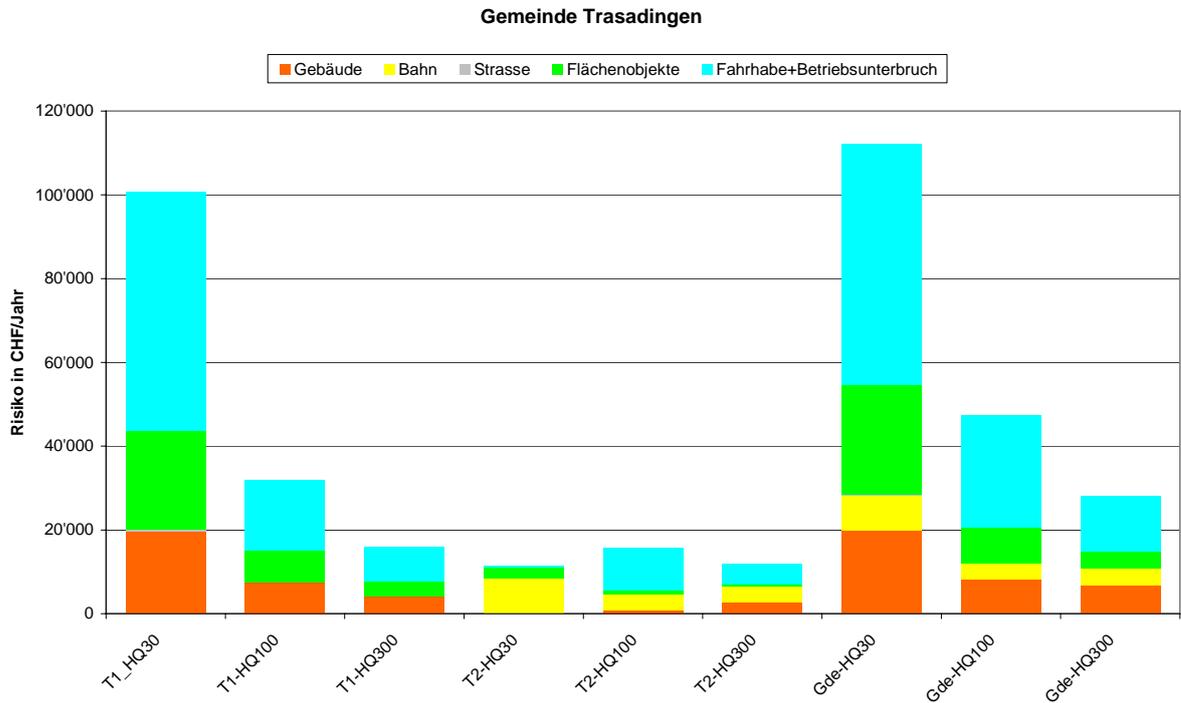


Abbildung 23: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

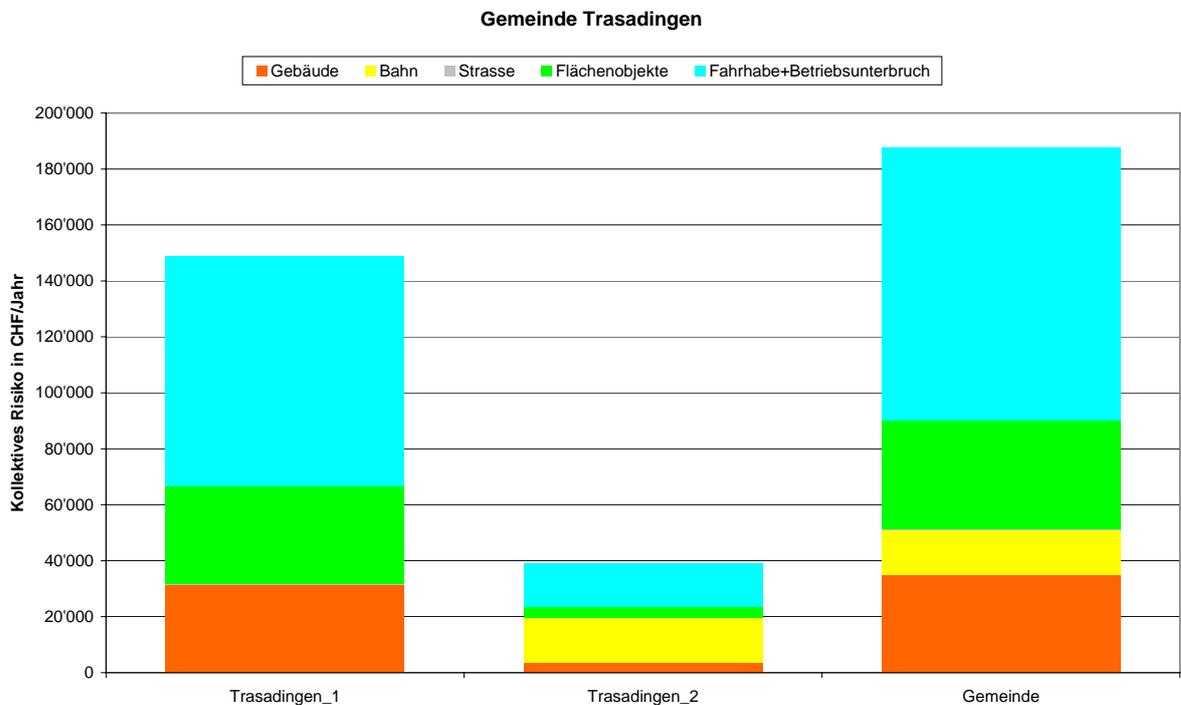


Abbildung 24: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde.

### **Auswertung des Hochwasserereignisses in Trasadingen Juni 2010**

Im Juni 2010 hat in Trasadingen ein Unwetter zu erheblichen Schäden an Gebäuden und Fahrhabe geführt. Die Protekta Risikoberatung hat eine Schadenpotenzialanalyse und eine spezifische Schadenabklärung für das Unwetter im Juni 2010 in Trasadingen für die Objektkategorie Fahrhabe Privatpersonen und Betriebe sowie Betriebsunterbruch durchgeführt.

Basierend auf den Schadendaten der Mobiliar Versicherungen wurde der gesamte Schaden für die Privatversicherungen in Trasadingen auf rund CHF 100'000 geschätzt. Dieser Wert setzt sich aus Schäden an Fahrhabe und aus Betriebsunterbrechungen zusammen, Gebäudeschäden sind nicht enthalten. Gemäss der Aussage des Schadenmitarbeiters der Mobiliar Versicherungen vor Ort waren beim Unwetter 2010 in Trasadingen Gebäude stark betroffen, die durch die Gebäudeversicherung abgedeckt sind.

Die Gebäudeversicherung Kanton Schaffhausen beziffert den Schaden für die Gebäude auf rund CHF 450'000.-. Die Schadenübersicht der Gebäudeversicherung weist rund 10 Objekte mit grösseren Schäden von CHF 20'000 bis 30'000 aus. Bei dieser Schätzung dürften Schäden an Heizungen, Waschmaschinen und Tumblern ausschlaggebend sein.

Zusammen mit den Schäden der Mobiliar Versicherung ist also von einem Gesamtschaden von rund CHF 550'000 auszugehen.

Gemäss einer Mitteilung von Radio Munot am 23. Juli 2010 resultierte für das Unwetter 2010 in Trasadingen insgesamt ein Sachschaden von mehr als einer Million Franken. Dabei dürften auch Aufwendungen für Feuerwehreinsätze, Schäden an Flurwegen, Strassen, Gewässern, Infrastrukturanlagen wie Strom- und Wasserversorgung etc. berücksichtigt sein.

### 3.11 Alle Gemeinden

Das gesamte kollektive Hochwasserrisiko in allen sieben Gemeinden und der Stadt Schaffhausen liegt insgesamt bei knapp CHF 3 Mio. pro Jahr, wobei die Stadt Schaffhausen selber rund CHF 2.7 Mio. pro Jahr beiträgt.

Es fällt auf, dass das 30-jährliche Ereignis in der Stadt Schaffhausen den kleinsten Anteil am Gesamtrisiko ausmacht (ca. 20 Prozent), in den sieben Gemeinden jedoch den Hauptteil zum Risiko beiträgt. Bei der Stadt bestimmen die Szenarien HQ100 und HQ300 massgebend das gesamte Hochwasserrisiko.

Die Gemeinden (ohne Neuhausen, vgl. Kap. 3.4) weisen Schadenerwartungswerte zwischen CHF 65'000 und CHF 190'000 pro Jahr auf.

Aus Abbildung 25 ist weiter ersichtlich, dass mit grösseren Schäden an der Bahninfrastruktur erst im Bereich des mittleren (HQ100) und seltenen Ereignisses (HQ300) zu rechnen ist.

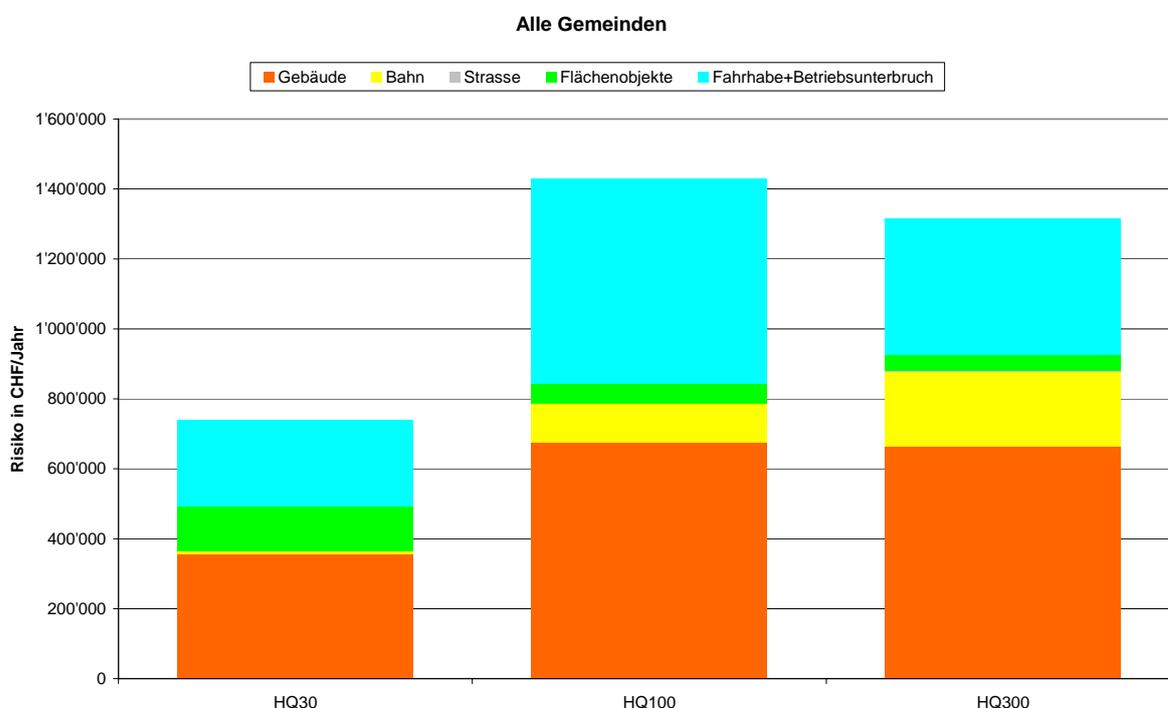


Abbildung 25: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario über alle Gemeinden inklusive der Stadt Schaffhausen.

Abbildung 26 zeigt das gesamte kollektive Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100 und HQ300) über die 7 Gemeinden und die Stadt Schaffhausen sowie die Verteilung nach den betrachteten Objektkategorien. Es ist ersichtlich, dass die Gebäuderisiken knapp 50 Prozent, die Risiken der Objektkategorie Fahrhabe und Betriebsunterbruch ca. 35 Prozent und die Risiken der Kategorien Bahn und Flächenobjekte zusammen gut 15 Prozent ausmachen. Die Risiken aufgrund der Schäden an der Strasseninfrastruktur sind vernachlässigbar klein.

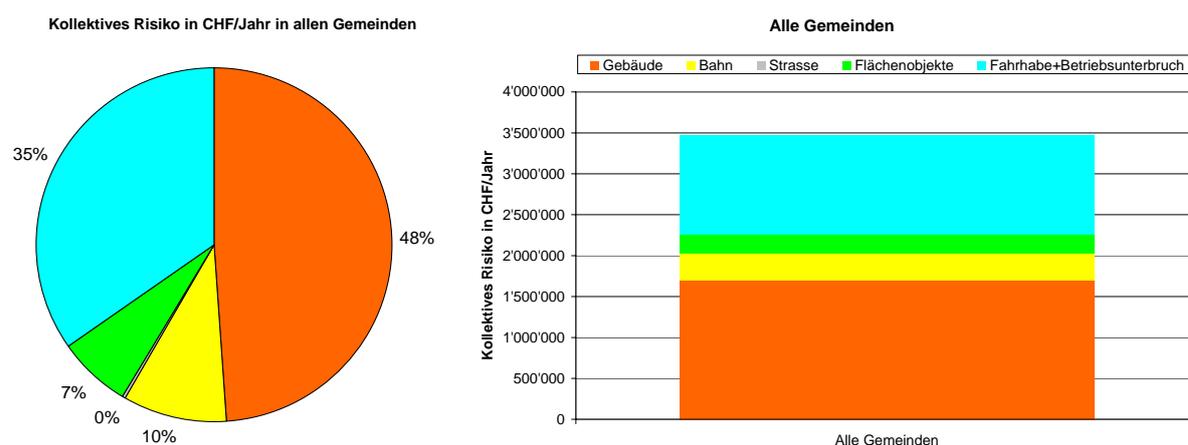


Abbildung 26: Kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien und prozentuale Verteilung des kollektiven Hochwasserrisikos für alle Gemeinden (inkl. Stadt Schaffhausen) zusammen.

### 3.12 Plausibilisierung der Ergebnisse

Die Ermittlung der Hochwasserrisiken in den sieben betrachteten Gemeinden und der Stadt Schaffhausen basiert auf dem anerkannten Vorgehen und den Basiswerten gemäss des Leitfadens „Risikokzept für Naturgefahren“ (PLANAT 2009) und EconoMe 2.0. Sowohl die Risiken infolge Schäden an Gebäuden, Bahn, Strasse und Flächenobjekten als auch die Ermittlung der Risiken infolge Fahrhabeschäden und Betriebsunterbruch basieren auf diesem Vorgehen.

Die Risikoanalyse ist mit Unsicherheiten behaftet. Die im Rahmen dieses Projektes berechneten Hochwasserrisiken hatten zum Ziel, eine Risikoübersicht in den Gemeinden zu erhalten. Im Rahmen einer weiterführenden Massnahmenplanung mit einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse müssten diese Risiken nochmals vertieft untersucht werden. Insbesondere die Intensität gemäss den Intensitätskarten sowie die Schadenempfindlichkeiten der Objekte beeinflussen das Risiko stark. Die Schadenempfindlichkeitswerte müssten vertieft abgeklärt werden, indem Schadenda-

ten der Versicherungen bezüglich Gebäude- und Fahrhabeschäden statistisch und ortsspezifisch ausgewertet werden.

Den mit Abstand grössten jährlichen Schadenerwartungswert weist die Stadt Schaffhausen auf. Der jährliche Schadenerwartungswert von rund CHF 1.25 Mio. für Schaffhausen beim Szenario HQ100 entspricht einem Schaden von rund CHF 180 Mio.<sup>8</sup>. Als Vergleich richtete das Unwetter 2005 in der Matte bei Bern Schäden von rund CHF 50 Mio. an. Die Gemeinde Emmen (mit dem grossen Industriegebiet in Emmenbrücke) erlitt beim Unwetter 2005 Hochwasserschäden von rund CHF 180 Mio. und die Gemeinde Littau steht mit über CHF 110 Mio. an zweiter Stelle im Kanton Luzern. In Sarnen verursachte das Unwetter 2005 Schäden in der Höhe von CHF 100 Mio. (Quelle: „Ereignisanalyse Hochwasser 2005“, BAFU). Dieser Vergleich zeigt grob, dass der für die Stadt Schaffhausen errechnete Schadenerwartungswert als plausibel beurteilt werden kann.

In der Gemeinde Trasadingen konnten die errechneten Risikowerte mit den Schäden, die beim Hochwasserereignis vom Juni 2010 aufgetreten sind, verglichen werden. Bei der Annahme, dass das Juni-Hochwasser etwa einem 100- bis 300-jährlichen Hochwasser entsprach, ist mit einem jährlichen Risiko für Gebäude, Fahrhabe und Betriebsunterbruch im Bereich von rund CHF 5'500 bis 10'000 zu rechnen (Werte bei einem HQ100). Aus den Berechnungen resultiert für diese Objektarten bei einem HQ100 ein Risiko von etwas über CHF 20'000 pro Jahr (siehe Abbildung 23). Bei den berechneten Werten wird das Risiko also leicht überschätzt.

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass mit dem gewählten Ansatz aussagekräftige Ergebnisse bezüglich des Hochwasserrisikos pro Szenario und Objektkategorie erzeugt werden. Ebenfalls hat sich verdeutlicht, dass mit dem gewählten Ansatz Hochwasserschwachstellen mit prioritärem Handlungsbedarf im Hinblick auf die Massnahmenplanung aufgezeigt werden können.

---

<sup>8</sup> Abschätzung unter Berücksichtigung der Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0.0067 beim 100-jährlichen Ereignis gemäss Leitfadens Risikokonzept der Planat.

---

## 4 Bauliche Hochwasserschutzmassnahmen

### 4.1 Ziele

Ziel dieser Studie ist es, für die acht mit dem Auftraggeber bestimmten Gemeinden effiziente bauliche Hochwasserschutzmassnahmen vorzuschlagen. Unter effizient wird verstanden, dass die Massnahmen bei verhältnismässig geringen Kosten einen möglichst grossen Nutzen wie

- eine deutliche Verminderung der Gefährdung (z.B. blaue Gefahrenbereiche werden zu gelben) bewirken oder
- eine signifikante Reduktion des Hochwasserrisikos erzielen.

Zu den möglichen Hochwasserschutzmassnahmen gehören u.a.

- Rückhaltebecken oder –räume im Einzugsgebiet der Bäche,
- Gerinneaufweitungen zur Kapazitätsvergrösserung,
- Notüberläufe oder –entlastungen in Landwirtschaftsflächen oder andere Einzugsgebiete,
- Geschiebesammler, Schwemmholzrechen im Oberlauf,
- Umgehungsgerinne um knapp bemessene Brücken oder Durchlässe,
- Dammbauten zum Schutz von besiedelten Gebieten.

Typische Beispiele solcher baulichen Schutzmassnahmen wurden in der Stadt Schaffhausen am Spitzwiesenbach (Überlauf und Ableitung in Weiher) und am Klusbach (Rückhaltmassnahmen) in der jüngeren Vergangenheit umgesetzt.

Im Rahmen dieser Studie wurde die hydraulische Wirksamkeit der vorgeschlagenen Massnahmen überprüft. Weiterhin wurden aus den verschiedenen Varianten, wo möglich, eine optimale Hochwasserschutzmassnahme weiter entwickelt.

### 4.2 Methodik

In den mit dem Auftraggeber bestimmten Gemeinden wurden auf der Basis der vorhandenen Gefahrenkarten Bäche bzw. Schwachstellen identifiziert, die sich für effiziente bauliche Hochwasserschutzmassnahmen eignen. Diese sind in Tabelle 3 zusammengetragen.

Gemeinde	Bach	Schwachstelle
Schaffhausen inkl. Hemmental	Herblinger Dorfbach	QP11 ab HQ100 Diverse weitere Schwachstellen im Unterlauf ab HQ100
	Dachsenbühlbach	QP17 ab HQ100
	Hemmentalerbach	QP54 und QP92 ab HQ30
	Guggenthalbach	QP48 ab HQ30
	Langacker- und Herbsttalbach	Zusammenfluss der beiden Bäche ab HQ30
Neuhausen	Congobach	QP45 ab HQ30
Bargen	Hauentalbach	QP56 und Unterführung Kiesweg ab HQ30
	Mülitalbach	QP57 und QP58 ab HQ30
	Durach	QP20 ab HQ30
Beggingen	Schwebelbach	QP208 ab HQ30 QP207 ab HQ100
	Hobilibach	QP98 ab HQ30
	Chälengraben	QP202 ab HQ30 QP203 und QP204 ab HQ100
	Beggingerbach	QP99 ab HQ300
Siblingen	Churztalbach	QP605 ab HQ30 QP629 ab HQ100 QP630 ab HQ300
	Langtalbach	QP604 ab HQ30
Oberhallau	Wingertengraben	QP104 und weitere Schwachstellen unterhalb ab HQ30 QP 680 ab HQ30
	Halbach	QP681 ab HQ30 QP106 und QP108 ab HQ100
Wilchingen/ Osterfingen	Haartelbach	QP716 ab HQ30
	Talacker (Zufluss zu Ruusgraben)	Geschieberückhalt = Einlauf in die Eindolung, ab HQ30
Trasadingen	Hindertalbach	QP729 und QP730 ab HQ30
	Vordertalbach	Oberer Abschnitt (kein QP in GeKa) ab HQ30
	Zusammenfluss beide Bäche	QP727 ab HQ30

Tabelle 4: Übersicht über Bäche und Schwachstellen.

Im Rahmen von Feldbegehungen wurde zusammen mit dem Auftraggeber und Gemeindevorte-  
 treter für jede dieser Schwachstellen die lokale Situation begutachtet sowie die aktuelle Gefah-  
 rensituation diskutiert. Mögliche Massnahmenoptionen und deren Schutzwirkung wurden ange-  
 sprochen und überprüft. Eine detaillierte Übersicht der Massnahmenoptionen sowie die Ein-  
 schätzung ihrer Eignung für die Weiterbearbeitung finden sich im Anhang A3.

Auf der Basis der ausführlichen Diskussionen wurden in Absprache mit dem Auftragsgeber fol-  
 gende Bäche und Schwachstellen für eine detaillierte Betrachtung ausgewählt:

Gemeinde	Bach	Schwachstellen
Schaffhausen	Dachsenbühlbach	QP17
Neuhausen a.R.	Congobach	QP45
Bargen	Hauentalbach	QP56 und Unterführung Kiesweg
Beggingen	Schwebelbach	QP208
Siblingen	Langtalbach	QP604
Oberhallau	Wingertengraben	QP104, QP 680 und weitere Schwachstellen
Wilchingen/ Osterfingen	Haartelgraben	QP716
Trasadingen	Hinder- und Vordertalbach	QP729 und QP727

*Tabelle 5: Auswahl Bäche und Schwachstellen.*

Für diese Bäche und Schwachstellen wurden möglichst kosteneffiziente Massnahmen entwi-  
 ckelt. Dabei wurden eigene Vorschläge hervorgebracht, aber auch die Massnahmenvorschläge  
 aus der Gefahrenkarte wurden gesichtet und beurteilt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf  
 die "Auslöser" gerichtet (Kapazitätsengpässe, Verklausungen durch Schwemmholz oder Ge-  
 schiebe, etc.).

Anschliessend werden die Massnahmen beschrieben, welche für jede Gemeinde im Detail ent-  
 wickelt wurden.

### **4.3 Schaffhausen inkl. Hemmental – Dachsenbühlbach**

#### **Ausgangslage**

Der Dachsenbühlbach verschwindet weit oberhalb des Siedlungsgebietes im Wald in einer Eindolung. Ungefähr 100 m oberhalb des Sportplatzes Birchrüti mündet ein zweiter (offener) Gerinnearm in diese Eindolung. Diese Einmündung (QP17) ist eine Schwachstelle (Abbildung 28), die Kapazität ist schon vor einem HQ30 ungenügend. Die Ausuferung betrifft die beiden Sportplätze (bei HQ30) sowie die Reithalle (ab HQ100) (Abbildung 27).

Im gefährdeten Gebiet entstehen zurzeit Neubauten, für welche das Geländeniveau abgesenkt wurde. Diese Neubauten sind in der Gefahrenkarte nicht berücksichtigt worden. In diesem Gebiet ist ab HQ100 mit Überflutungen zu rechnen (vgl. "Neubauten" in Abbildung 27). Grossflächige Ausuferungen treten jedoch erst ab HQ300 auf (Abfluss auf der Schweizersbildstrasse und Mutzentäli).



Abbildung 27: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Schaffhausen, Dachsenbühlbach.



Abbildung 28: Schwachstelle QP17 (Einlauf in die Eindolung, Trapez-Profil).

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahme**

Bereits im heutigen Zustand wirken die beiden Sportplätze als Rückhalteraum, wenn auch in beschränktem Ausmass: Bis zu einem 30-jährlichen Ereignis sind von der Ausuferung nur die Sportplätze betroffen, bei grösseren Ereignissen fliesst das Wasser jedoch über den Kiesweg weiter zur Reithalle (Abbildung 29).

Das Rückhaltevolumen auf den Sportplätzen kann durch die Erhöhung der beiden nord- bzw. südwestlich angrenzenden Kieswege bedeutend vergrössert werden (Abbildung 29). Für den Rückhalt eines HQ100 ist eine Erhöhung der beiden Wege von max. 0.9 m notwendig. Die Länge, auf welcher die Wege aufgeschüttet werden müssen, beträgt ca. 100 m.

Für den Fall, dass ein Ereignis das für ein HQ100 erwartete Abflussvolumen übersteigt, muss eine Überlaufstelle definiert werden (Überlastfall-Betrachtung). Diese kann z.B. auf dem parallel zur Längsseite der Reithalle verlaufenden Weg gewählt werden.

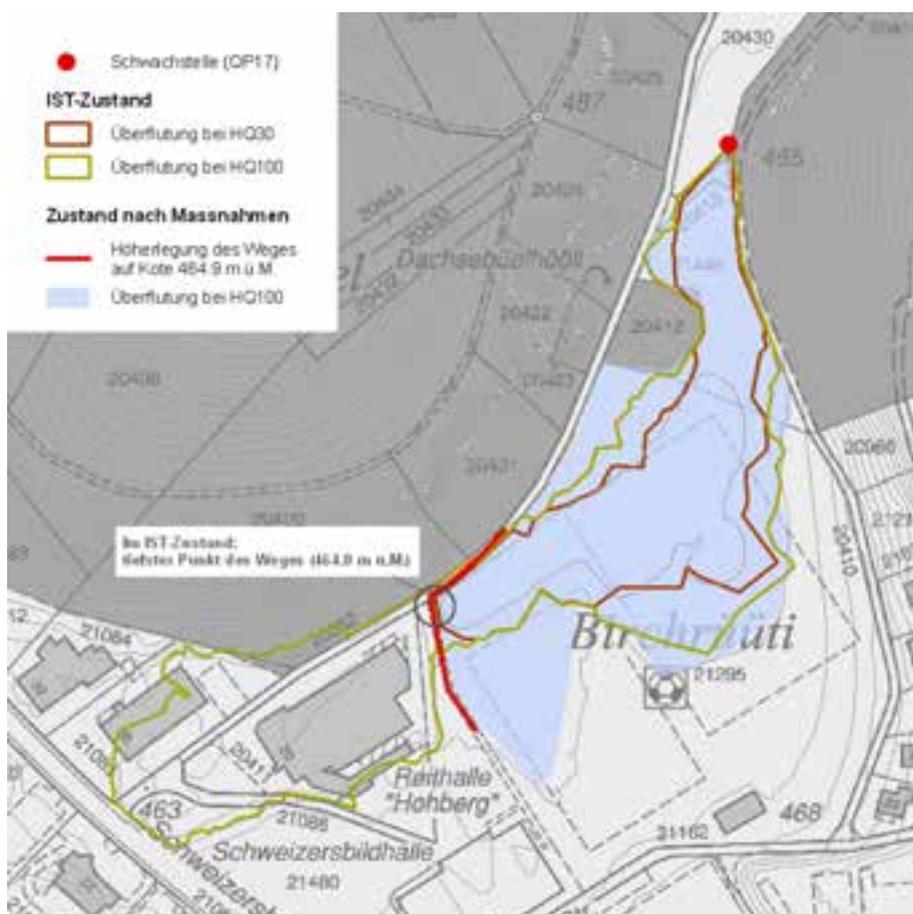


Abbildung 29: Durch eine Erhöhung der beiden Wege vergrösserter Rückhalteraum auf den Sportplätzen.

### Kostenschätzung

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 30'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 3'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 4'300 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%)<sup>9</sup>.

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

<sup>9</sup> Die Investition wird auf einen jährlichen Betrag, die Kapitalkosten, umgelegt. Die Kapitalkosten bestehen aus den Abschreibungen und den Zinskosten. Die jährlichen Abschreibungen entsprechendem Wertverlust, den die Massnahme durch ihre Nutzung erleidet. Der Zins ist der Preis für die Beanspruchung des Kapitals. Die Kapitalkosten sind bestimmt durch die Höhe der Investition, den kalkulatorischen Zinssatz und die Amortisations- oder Lebensdauer. Die Kapitalkosten wurden in dieser Studie mit der sogenannten Annuitätenmethode berechnet.

## Wirkungsabschätzung

Durch die gewählte Massnahme kann die Gefährdung durch den Dachsenbühlbach bis zu einem 100-jährlichen Ereignis verhindert werden. Das jährliche Hochwasserrisiko wird dadurch um knapp CHF 24'000 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) kann somit als deutlich positiv eingeschätzt werden.

## 4.4 Neuhausen am Rheinflall – Congobach (Neuwiesenbach)

### Ausgangslage

Der Einlauf in die Eindolung des Congobaches (QP45, Abbildung 31) weist bereits bei einem HQ30 eine ungenügende Kapazität auf. Bis zu einem HQ300 wird das muldenförmige Zivilschutzgelände (ehemalige Kiesgrube) eingestaut. Erst bei einem extremen Ereignis (EHQ) breiten sich die Ausuferungen grossflächig übers Wohngebiet aus (Restgefährdung). Einen Ausschnitt aus der Gefahrenkarte zeigt Abbildung 30.

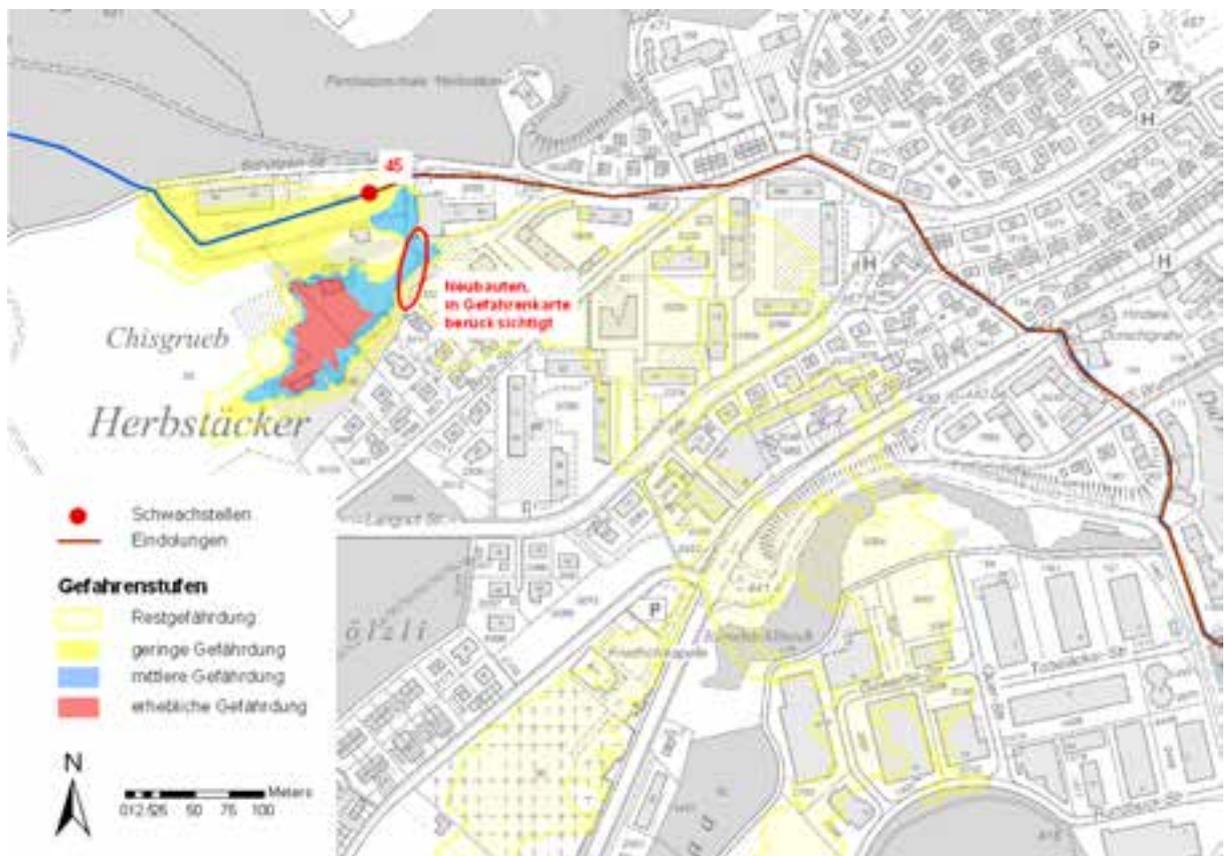


Abbildung 30: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Neuhausen am Rheinflall, Congobach (Stand: Nov. 2010)



Abbildung 31: Schwachstelle Congobach, QP45

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahme**

Mit zwei einfachen Massnahmen wird das Gefährdungspotenzial verringert:

- Verhinderung einer Verklausung  
Der Rechen vor dem Einlauf in die Eindolung wird optimiert (schräger Stahlrechen, dem Einlauf um ca. 1 m vorgelagert).
- Veränderung des Fliessweges des ausufernden Wassers  
Durch einen niedrigen Erddamm auf der linken Seite des Gerinnes wird eine Ausuferung nach links zum grossen Wohngebäude verhindert. Das nach rechts austretende Wasser wird durch die Schaffung einer Ablaufrinne direkt zum Zivilschutzgelände geleitet. So wird erreicht, dass die neue Einstellhalle nicht schon bei kleinen Ereignissen von der Überflutung betroffen ist. Erst bei grossen Abflüssen wird sie durch den in der Zivilschutzgelände-Mulde steigenden Wasserspiegel eingestaut.

### **Kostenschätzung**

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 40'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 4'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 6'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

**Wirkungsabschätzung**

Die Abschätzung der Reduktion des jährlichen Hochwasserrisikos ist schwierig (vgl. Kap. 3.4). Es müsste genau abgeklärt werden, bis zu welchen Jährlichkeiten die neue Einstellhalle vor einer Überflutung geschützt ist (die Bauten auf dem Zivilschutzgelände sind unverändert betroffen). Es kann davon ausgegangen, dass die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) im neutralen Bereich liegt.

---

## 4.5 Barga – Haultalbach

### Ausgangslage

Der Haultalbach verschwindet bei der Hofstalstrasse oberhalb des Siedlungsgebietes in einer Eindolung (*Abbildung 33*). Die Kapazität der Eindolung ist gemäss Gefahrenkarte knapp ausreichend für ein HQ100 (*Abbildung 32*). Da das Einzugsgebiet des Haultalbaches bewaldet ist, ist im Ereignisfall jedoch mit grossen Schwemmholz mengen zu rechnen, welche den Einlauf in die Eindolung verstopfen (Verklauserung). Daher ist schon bei HQ30 mit einer Ausuferung zu rechnen.

Eine weitere, aber weniger gravierende Schwachstelle stellt die Unterführung des Kiesweges unter der Steig-/Staagstrasse hindurch dar (*Abbildung 32*, roter Punkt ohne Nummer). Hier sammelt sich bei Starkniederschlägen resp. gefrorenem/durchnässtem Boden das Wasser auf dem Flurweg und fliesst durch die Unterführung ab.

Die Überflutungsflächen beider Schwachstellen betreffen die Neubaugebiete Brunnewis und Chilchewis (*Abbildung 32*). Ein Weiterfliessen auf die Nationalstrasse wird durch den frisch erstellten Erdwall verhindert.

Laut Information der beiden Gemeindevertreter ufert im Hochwasserfall im heutigen Zustand ein Grossteil des Abflusses oberhalb der Schwachstelle aus dem Gerinne nach rechts auf das Feld aus und fliesst erst unterhalb des Schützenhauses zurück. Diese Überflutung ist in der Gefahrenkarte nicht ersichtlich, da sie ausserhalb des Perimeters der Gefahrenkarte liegt.

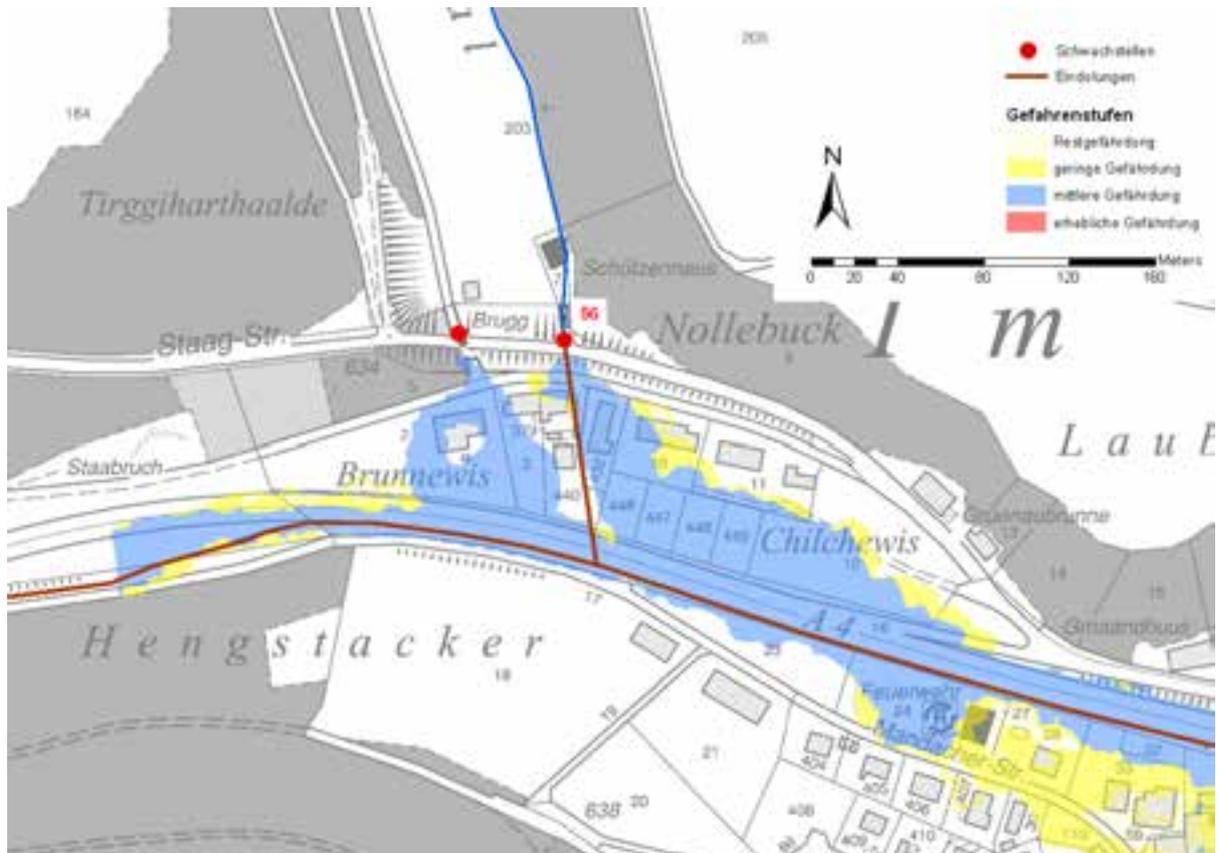


Abbildung 32: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Barga, Hauentalbach



*Abbildung 33: Schwachstelle Hauentalbach, QP56: Zulaufstrecke (links) zum Einlauf in die Eindolung mit Gitter (rechts)*

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahme**

Die Ausuferung des Hauentalbaches aus dem Gerinne wird an der heutigen Ausuferungsstelle gezielt gefördert, indem die rechte Böschungsoberkante tiefer gelegt wird. Wasser und Schwemmholz werden so in den Rückhalteraum auf dem Feld geleitet. Das Wasser und das Schwemmholz werden unterhalb des Schützenhauses in den Bach zurückgeführt. Vor dieser Einleitung wird ein Schwemmholzrechen gebaut, der das anfallende Schwemmholz zurückhält (siehe Abbildung 34).

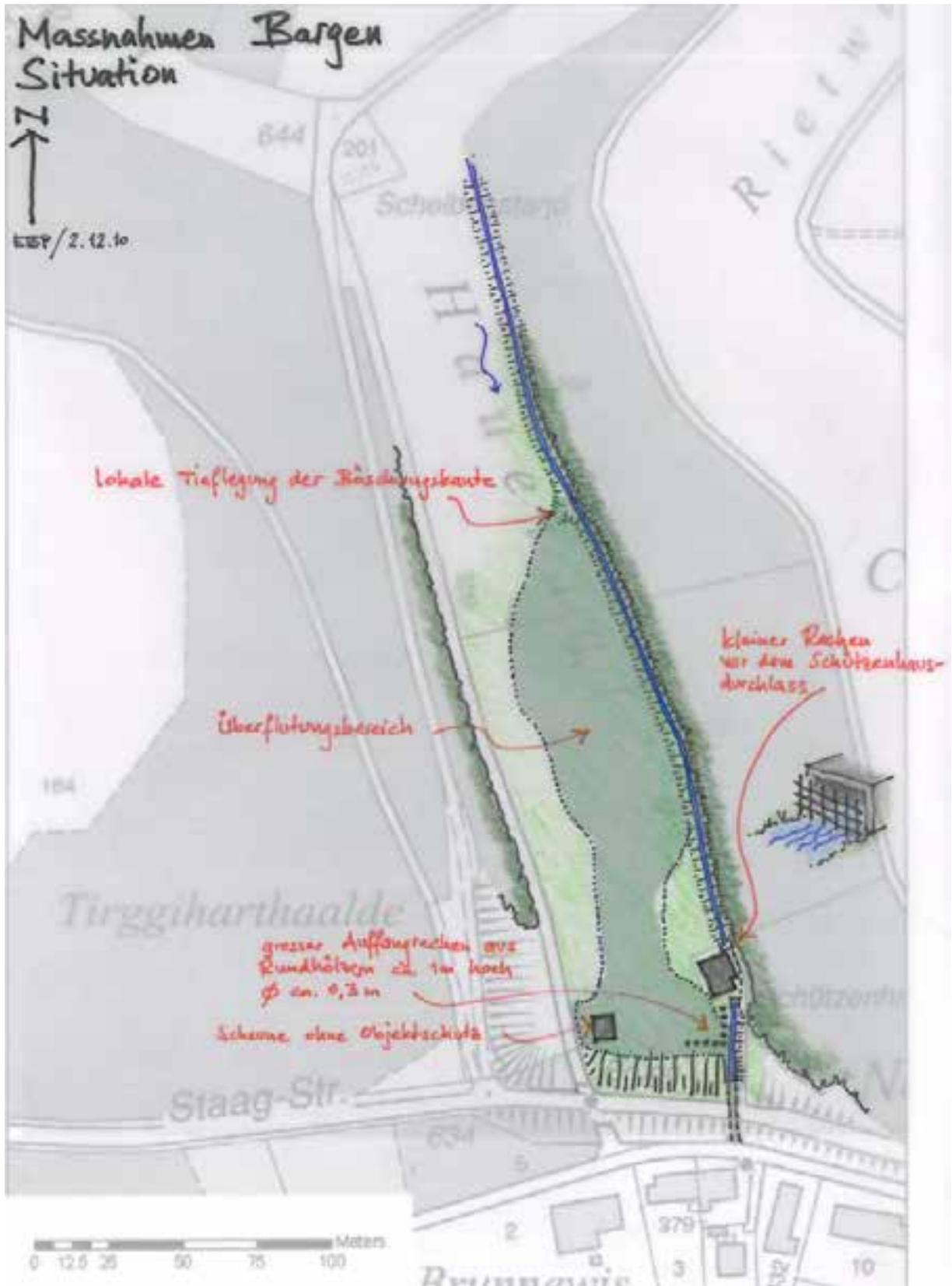


Abbildung 34: Hochwasserschutzmassnahmen und mit FloodArea berechnete Überflutung des natürlichen Rückhalteraums.

Um den Schwemmholzrechen dimensionieren zu können, wurde mit Hilfe des 2D-Überflutungsprogrammes FloodArea die Situation bei einem HQ100 simuliert. Der Wasserpegel auf dem Feld beträgt ungefähr 622.3 m.ü.M., die Einstauhöhe ca. 0.9 m (siehe Abbildung 35).

Bei der Rücklaufstelle wird senkrecht zur Strömung ein V-förmiger Schwemmholzrechen (2 Arme à je 10 m Länge) errichtet. Die notwendige Stabhöhe beträgt 1.1 m (0.9 m + 20 cm für Einstau). Um kleine Holzstäbe auch zurückhalten zu können schlagen wir einen Stababstand von ca. 0.3 m vor. Mit einem Stabdurchmesser von ebenfalls 0.3 m resultieren rund 30 Stäbe. Für die konstruktive Ausgestaltung des Rechens muss abgeklärt werden, ob Holzstäbe verwendet werden können und ob ein Betonfundament notwendig ist. Eventuell sollten die Stäbe in ihrem oberen Bereich durch Stahlkappen für den Fall eines Überströmens geschützt werden. Nach Hochwasserereignissen muss der Rechen geräumt werden (Zufahrt übers Feld).

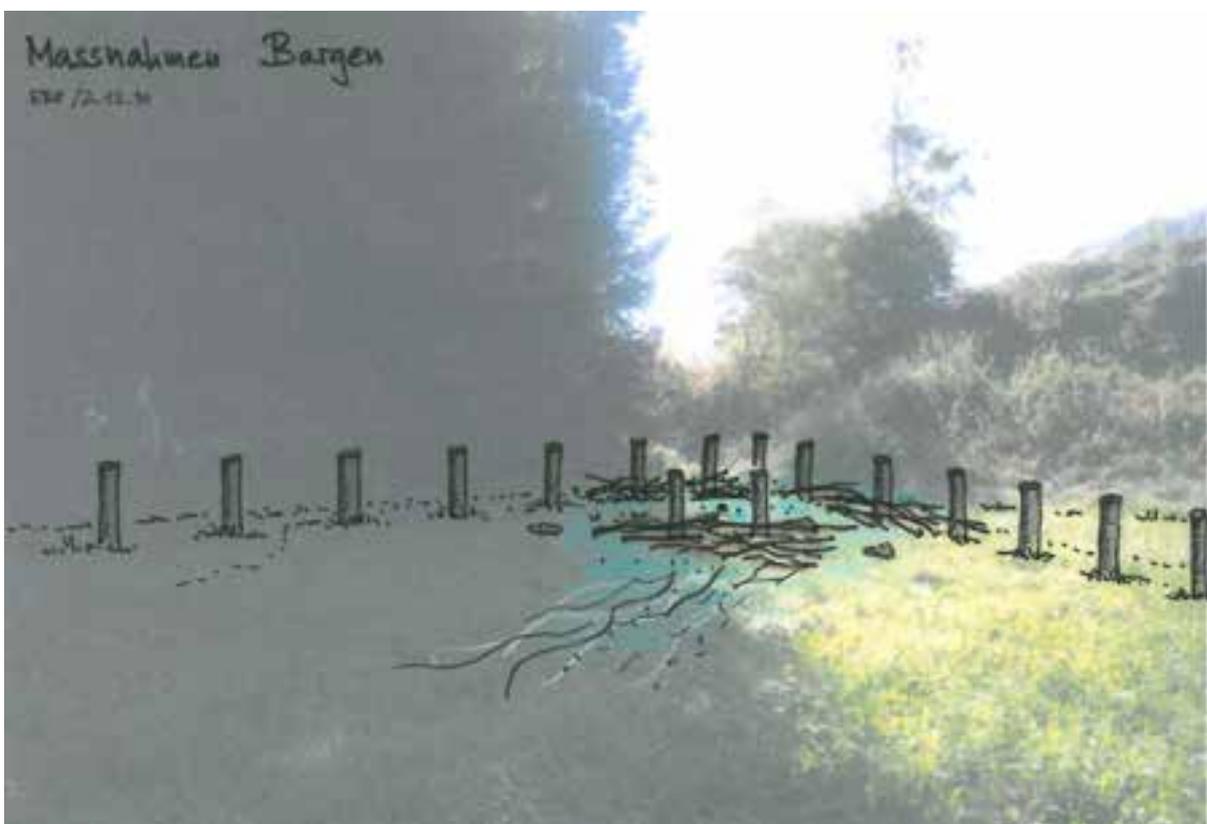


Abbildung 35: Visualisierung des Schwemmholzrechens

### Kostenschätzung

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 55'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 5'500 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Zusätzlich fallen Betriebskosten (Räumung des Schwemmholzrechens nach Hochwasserereignissen) von ungefähr CHF 3'000 an. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 11'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

### **Wirkungsabschätzung**

Durch die gewählte Massnahme kann die Gefährdung durch den Hauentalbach bis zu einem 100-jährlichen Ereignis verhindert werden. Das jährliche Hochwasserrisiko wird dadurch um rund CHF 9'000 verringert. Dieser Betrag ist leicht geringer als die jährlichen Massnahmenkosten. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit als neutral zu betrachten<sup>10</sup>. Weitere Massnahmen sollten geprüft werden.

---

<sup>10</sup> Die sich noch im Bau befindlichen Wohngebäude im Gefahrenbereich des Hauentalbaches wurden bei der Ermittlung der jährlichen Hochwasserrisiken nicht berücksichtigt. Würden sie miteinbezogen, so würde die Beurteilung der Kosten-Wirksamkeit der Massnahme Wahrscheinlich deutlich positiv ausfallen.

## 4.6 Beggingen – Schwebelbach

### Ausgangslage

Der Schwebelbach verläuft oberhalb des Siedlungsgebietes zumeist offen; direkt beim Eintritt in den Gefahrenkarten-Perimeter liegt der Einlauf in die Eindolung (QP208). Die Abflusskapazität der Eindolung liegt hier deutlich unter einem HQ30. Der starke Bewuchs der Uferböschungen im offenen Fließabschnitt oberhalb der Eindolung macht eine Verklausung mit Schwemmholz wahrscheinlich und verschärft die Situation zusätzlich. Der Einlauf in weiter unten liegende Eindolung (QP207) weist erst ab einem HQ100 eine ungenügende Abflusskapazität auf.

Von den Ausuferungen sind mehrere Gebäude betroffen (Rütihof, Unterdorf). Auf der Dorfstrasse überschneiden sich die Überflutungsflächen des Schwebelbaches mit denjenigen anderer Seitenbäche.

Beggingen war im Jahr 1999 von grossflächigen Überschwemmungen betroffen.

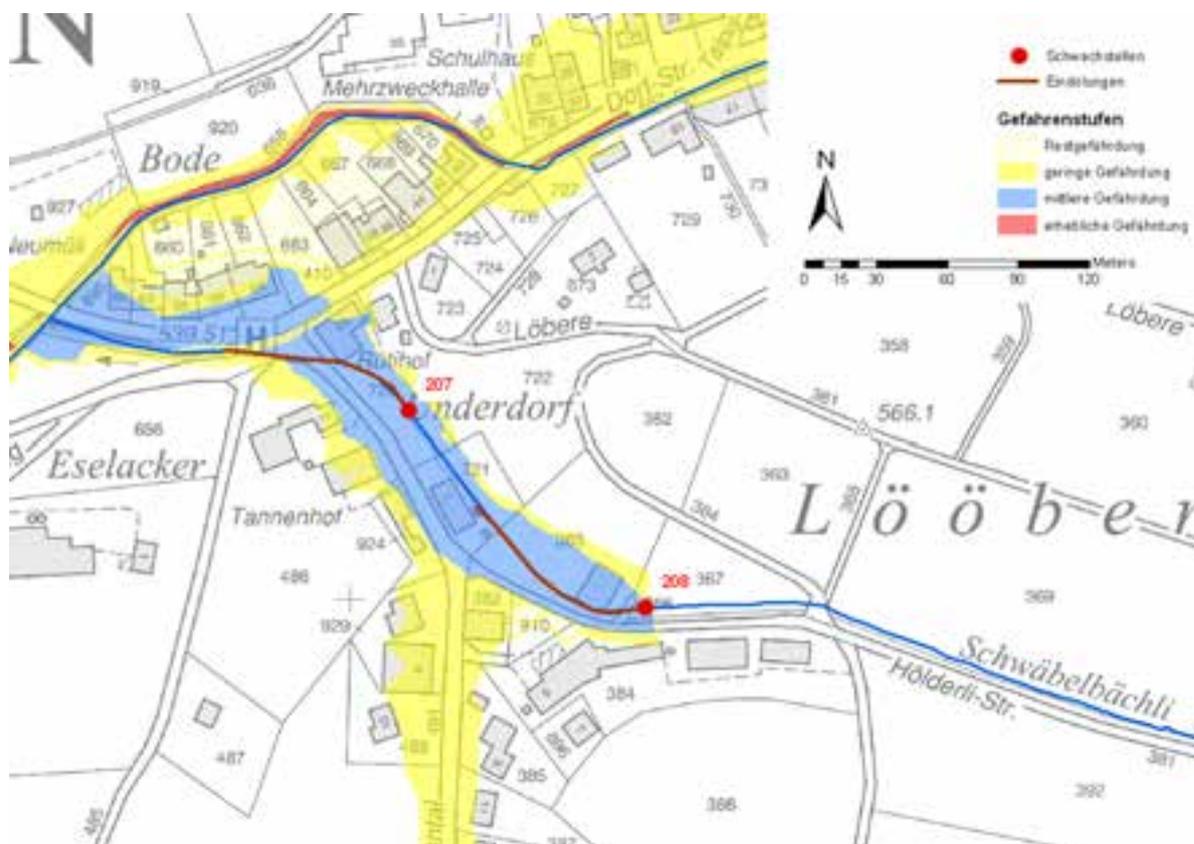


Abbildung 36: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Beggingen, Schwebelbach



Abbildung 37: Schwachstelle Schwebelbach, QP208. Der Einlauf in die Eindolung (Kreisprofil, Durchmesser 0.6 m) ist wegen des starken Bewuchses kaum erkennbar.

### Massnahmenvarianten

Folgende Massnahmenvarianten wurden geprüft und auf ihre Effizienz beurteilt:

- Rückhalt: Das Gelände oberhalb der Schwachstelle QP 208 wurde im Hinblick auf Rückhalte-räume untersucht. Die Topographie ist jedoch ungeeignet (zu steil, Mulden zu eng), um ein ausreichendes Rückhaltevolumen bereitstellen zu können.
- Kapazitätsvergrößerung: Offenlegung und Renaturierung des Schwebelbaches zwischen den Schwachstellen QP 208 und 207.

### Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Bei der Offenlegung des Schwebelbaches zwischen den Schwachstellen QP208 und QP207 wird der Gerinneverlauf mit Rücksicht auf die landwirtschaftliche Bewirtschaftung entlang der Strasse geführt. Ausserdem ist das Gerinne so für Passanten (Fussgänger, Wanderer) besser einsehbar und somit attraktiver. Das Gerinne wird oberhalb des Silos zum heutigen unteren Ende der Eindolungsstrecke geführt (vgl. *Abbildung 38*).

Der neu geschaffene offene Gerinneabschnitt hat eine Länge von knapp 100 m und ein Gefälle von ca. 3.9%. Die engste Stelle weist eine Breite von ungefähr 2.5 m auf (südlichste Ecke der Scheune, Hölderlistrasse). Das neue Gerinne wird so dimensioniert, dass ein HQ100 abgeführt

werden kann. Dazu ist eine Sohlenbreite von 1.2 m notwendig (mit relativ steilen Ufern). Damit das neue Gerinne eine ökologisch wertvolle Renaturierung darstellt, werden eine Sohlenbreite von mind. 1.5 m und flache Ufer mit einer Böschungsneigung von 2:3 dimensioniert. Damit ergibt sich ein Platzbedarf von rund 5.5 m Breite (Abbildung 39). Bei der Engstelle müssen steilere Ufer gewählt werden.

Für die Zufahrt von der Hölderlistrasse zur Scheune wird eine Brücke erstellt.



Abbildung 38: Linienführung des ausgedolten Abschnittes des Schwebelbaches



Abbildung 39: Visualisierung des ausgedolten und renaturierten Schwebelbaches

Eine weitere wichtige Massnahme ist der regelmässige Unterhalt: Die heute stark bewachsenen und verkrauteten Böschungen im Oberlauf des Schwebelbaches müssen gemäht resp. das Ufergehölz muss auf eine angemessene Grösse zurückgeschnitten werden. Damit wird einerseits die Abflusskapazität sichergestellt, andererseits kann so der Eintrag von Schwemmholz ins Gerinne vermindert werden.

### **Kostenschätzung**

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 80'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 8'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 12'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Aufgrund der ökologischen Aufwertung durch die Massnahme ist eine Kostenbeteiligung des Kantons denkbar.

### **Wirkungsabschätzung**

Durch die gewählte Massnahme kann ungefähr die Hälfte des durch den Schwebelbach betroffenen Gebietes für Ereignisse bis zu einem HQ100 geschützt werden. Das jährliche Hochwasserrisiko wird dadurch um rund CHF 3'500 verringert. Dieser Betrag ist deutlich geringer als die jährlichen Massnahmenkosten. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit eher als ungünstig zu beurteilen (es lohnt sich nur bedingt, die Massnahme zu realisieren). Im Sinne einer Renaturierung ist die Massnahme aber sinnvoll.

## 4.7 Siblingen – Langtalbach

### Ausgangslage

Der Langtalbach läuft oberhalb des Siedlungsgebietes in eine Eindolung (QP604, siehe Abbildung 41). Die Kapazität der Eindolung ist zwar für ein HQ30 ausreichend; jedoch führt das bewaldete Einzugsgebiet dazu, dass von Verklausungen – trotz des Gitters vor der Eindolung – auszugehen ist. Nach dem Hochwasserereignis 1994 wurden im Gerinne des Langtalbaches drei Schwemmholzrechen errichtet, welche jedoch einerseits zu kleine Dimensionen aufweisen und andererseits ungenügend unterhalten wurden.

Bei einer Ausuferung fliesst das Wasser zunächst räumlich konzentriert auf der Hauptstrasse ab und betrifft so nur die Vorderfronten einiger Häuser. Im Bereich der Querstrasse Im Winkel dehnt sich die überflutete Fläche jedoch ins Wohngebiet hinein aus (Abbildung 40).

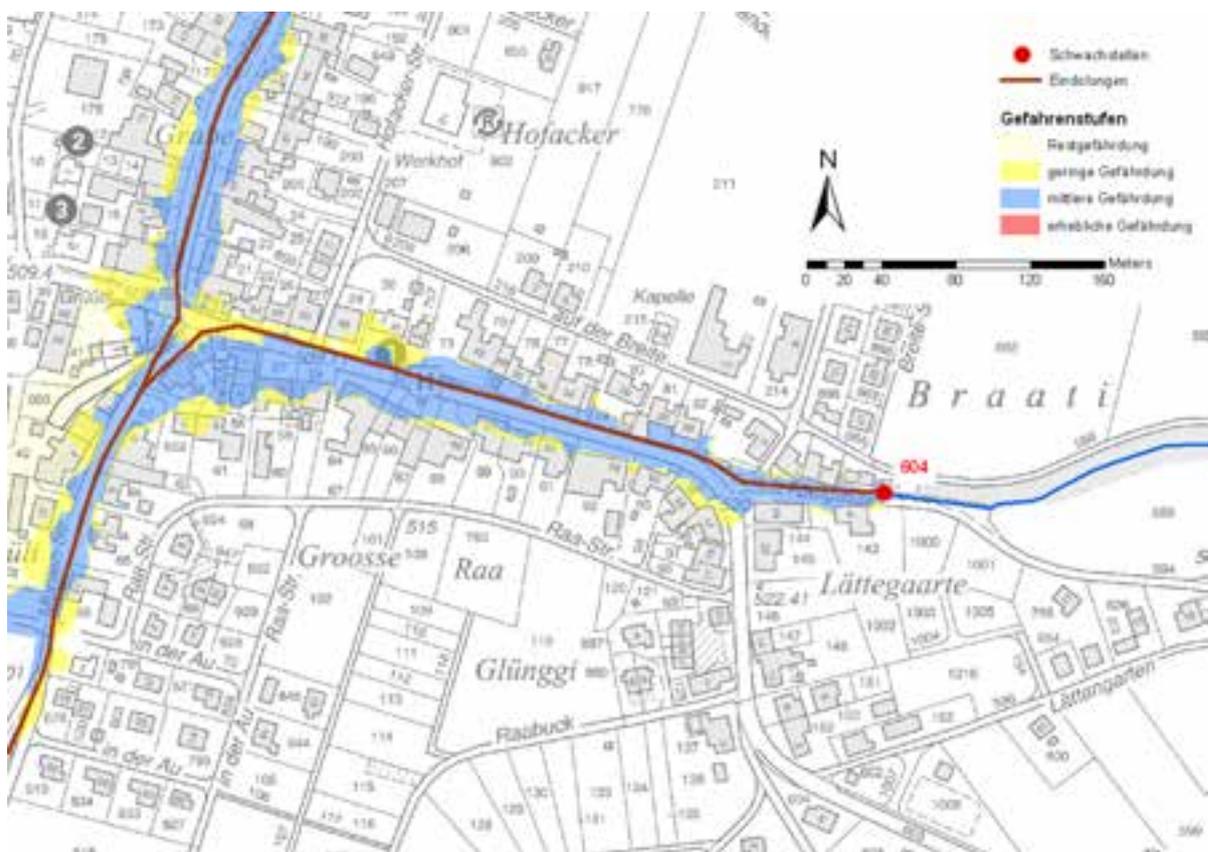


Abbildung 40: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Siblingen, Langtalbach.



Abbildung 41: Schwachstelle Langtalbach, Durchlass QP604.

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahme**

Mit einem zweckmässigen Schwemmholzrechen kann eine Ausuferung bei Abflüssen bis zu einem HQ30 verhindert werden (Kapazität der Eindolung, falls keine Verklausung  $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ; HQ30 =  $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Eine geeignete Stelle befindet sich ca. 60 m oberhalb der Eindolung, beim Austritt des Langtalbaches aus dem Wald (Abbildung 42). Hier verbreitert sich das Bachbett, die verfügbare Breite beträgt 4 m. Sinnvoll ist ein V-förmiger Rechen mit zwei Armen à rund 4 m.

Aufgrund der geringen Abmessungen der unterliegenden Eindolung (Rechteck  $1.3 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$ ) muss der Stababstand mit  $0.5 \text{ m}$  gering gewählt werden. Bei einem Stabdurchmesser von ungefähr  $0.25 \text{ m}$  sind total 11 Rechenstäbe nötig. Die Uferböschungen im Bereich des Rechens müssen mit einem Blocksatz gesichert werden. Die Höhe der Rechenstäbe hängt davon ab, bis zu welchem Ereignis ein wirkungsvoller Schwemmholzrückhalt gewährleistet werden soll. Bei einer Dimensionierung auf ein HQ30 resultiert eine Höhe von ca.  $1.1 \text{ m}$ , bei einer Dimensionierung auf ein HQ100 eine solche von ca.  $1.5 \text{ m}$ . Da bei einem HQ100 die Abflusskapazität der Eindolung ohnehin unzureichend ist, ist eine Auslegung auf ein HQ30 zweckmässig. Die Stäbe sollten im oberen Bereich durch Stahlkappen für den Fall eines Überströmens geschützt werden. Nach Hochwasserereignissen muss der Rechen geräumt werden, die Zufahrt ist gewährleistet (Tüelgasse).

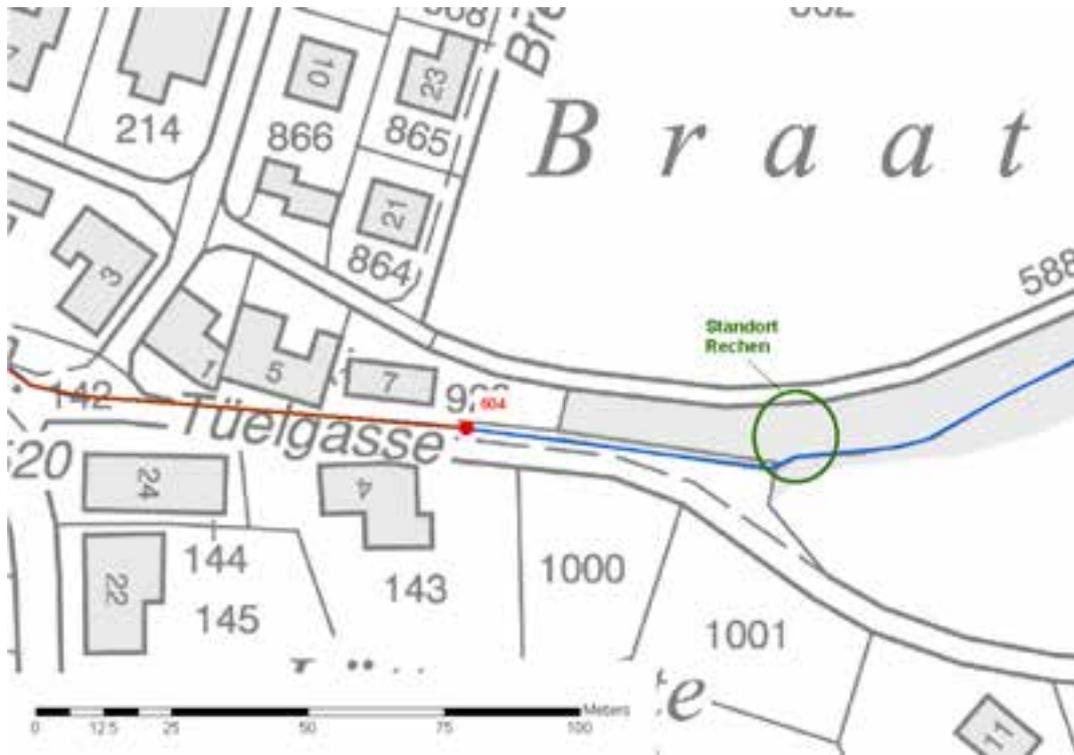


Abbildung 42: Standort des Schwemmholzrechens



Abbildung 43: Visualisierung des Schwemmholzrechs

Für die Verringerung der Schäden beim Auftreten eines HQ100 wird entlang der Hauptstrasse ein ungefähr 60 m langes Leitelement (befahrbares Anhebung am Strassenrand) errichtet. Zur Gewährleistung der Einfahrt in die Strasse im Winkel muss die Strasse um ca. 25 cm höher gelegt werden. So wird verhindert, dass das auf der Hauptstrasse abfliessende Wasser nach links in die Häuser läuft. Die Situation mit dem Leitelement wurde im Überflutungsmodell FloodArea simuliert (Abbildung 44). Die Abflusstiefen entlang des Leitelements betragen ca. 25 cm. Es wird deshalb eine Höhe von ca. 30 cm angesetzt.

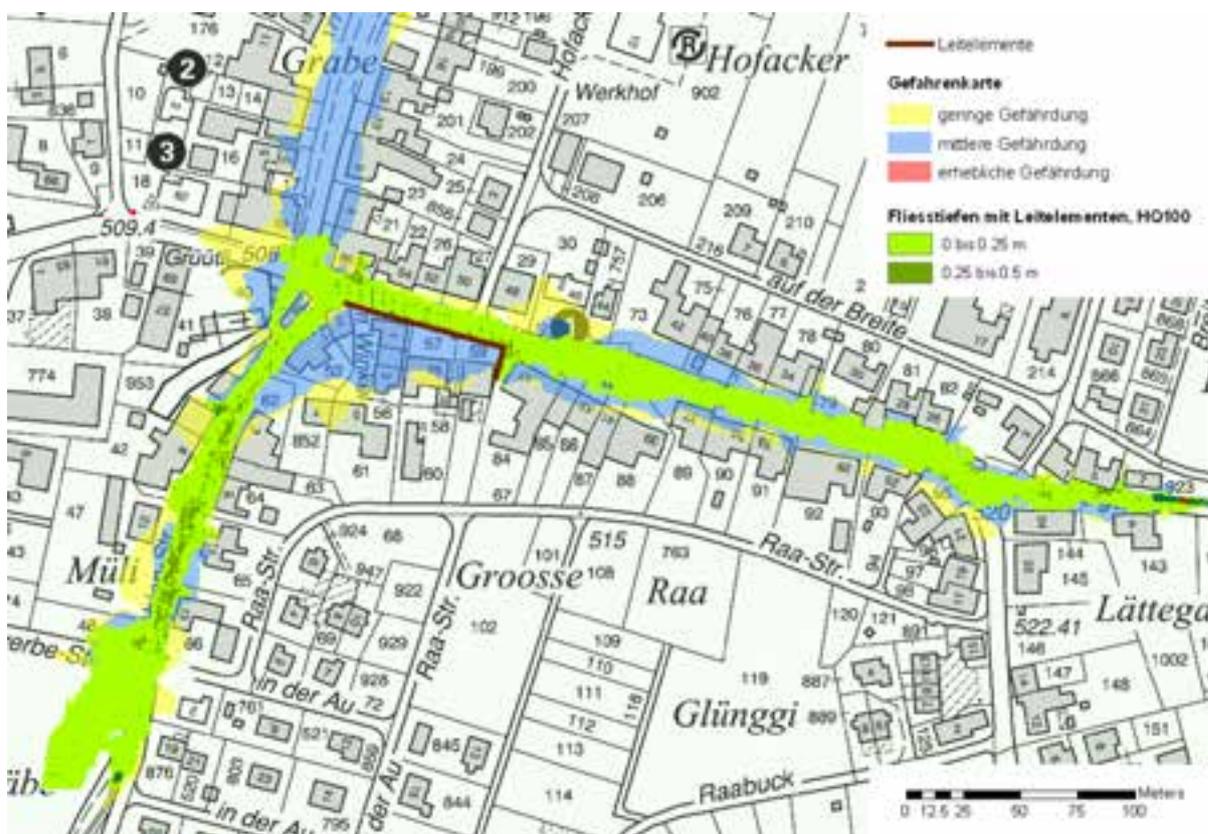


Abbildung 44: Durch Langtalbach überflutete Flächen bei einem HQ100 (grün), im Vergleich mit der Gefahrenkarte.

Annahme: Schwemmholtzrechen bei Einlauf in Eindolung ist realisiert.

### Kostenschätzung

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 55'000 (Schwemmholtzrechen: CHF 40'000; Leitelement: CHF 15'000), die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 5'500 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Zusätzlich fallen jährliche Betriebskosten (Räumung des Schwemmholtzrechens nach Hochwasserereignissen) von ungefähr CHF 3'000 an. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 11'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

### Wirkungsabschätzung

Durch die gewählte Massnahme wird das jährliche Hochwasserrisiko um rund CHF 21'000 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit deutlich positiv. Dies gilt auch, wenn jede der beiden Massnahmen (Rechen / Leitelement) allein für sich betrachtet wird.

## 4.8 Oberhallau – Wingertengraben

### Ausgangslage

Die kritische Schwachstelle am Wingertengraben ist der ca. 12 m lange Durchlass QP104 entlang der Loostrasse mit einer Kapazität von ca.  $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$  (siehe Abbildung 46). Schon vor einem HQ30 kommt es zu Ausuferungen, welche grossräumige Überflutungen zur Folge haben. In der Gefahrenkarte ist die überflutete Fläche von QP104 gut ersichtlich (siehe Abbildung 45).

Unterhalb der Schwachstelle QP104 ist das Gerinne bis ins Dorfzentrum hinein offen gelegt. Dabei sind auf einem Abschnitt von ungefähr 150 m Länge unterhalb der Schwachstelle QP104 mehrere Übergänge zum Rebberg sowie zwei Durchlässe vorhanden (siehe Abbildung 46 und Abbildung 47). Die Kapazität dieser überdeckten Abschnitte sowie des offenen Gerinnes wurde in der Gefahrenkarte nicht untersucht. Eigene Berechnungen weisen bei den Übergängen und Durchlässen eine Kapazität von 1.6 bis  $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$  auf (HQ30 =  $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ , HQ100 =  $3.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Das offene Gerinne hat eine Kapazität von ca.  $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$  und ist somit schon bei einem HQ30 unzureichend.

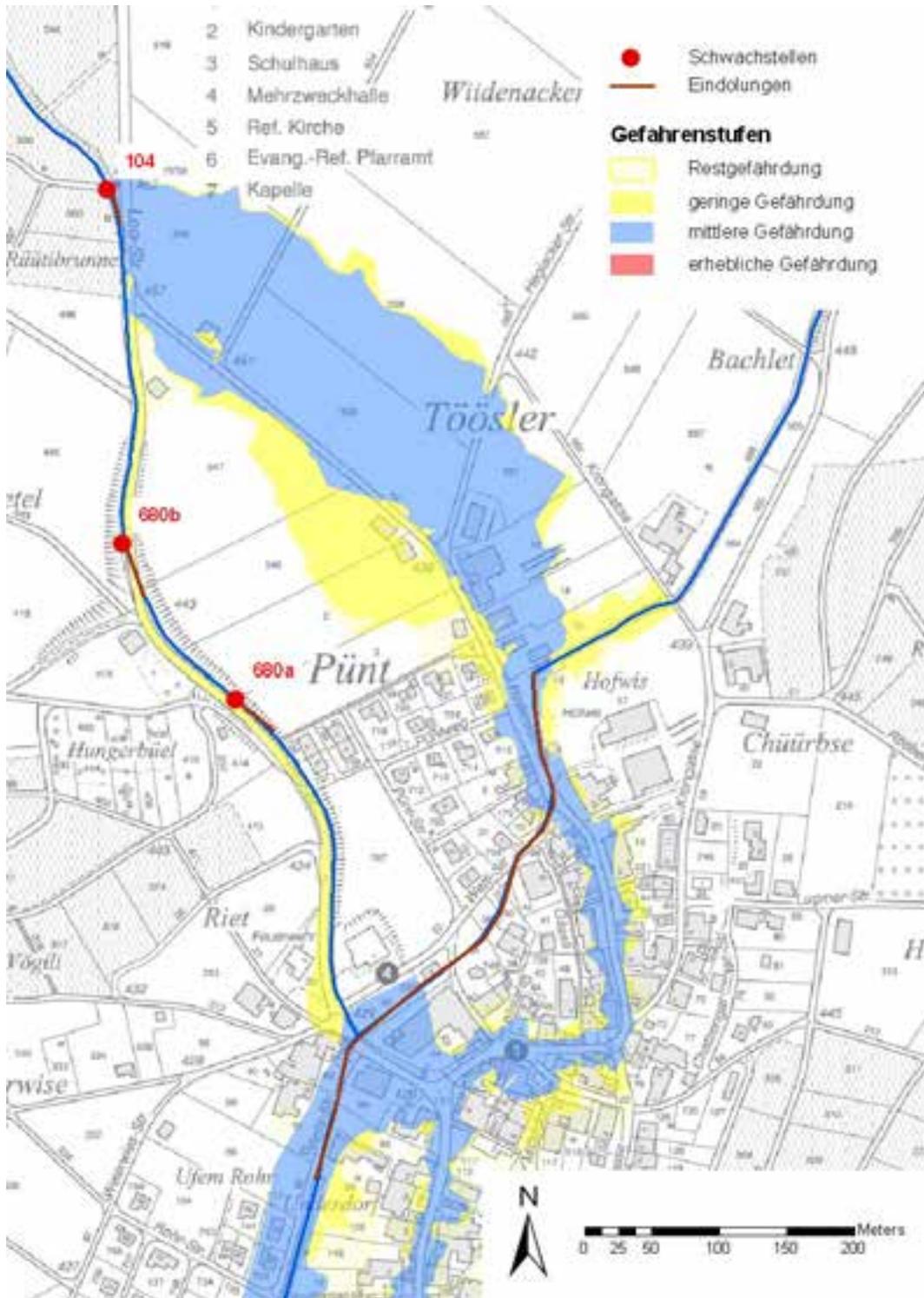


Abbildung 45: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Oberhallau, Wingertengraben



Abbildung 46: Schwachstellen Wingertengraben: Eindolung QP104 (links), kleine Übergänge zum Rebberg (Mitte), Eindolung QP680 (rechts).



Abbildung 47: Offene Abschnitte Wingertengraben: oben mit Halbkreis-Betonschale (links), unten mit Trapez (rechts)

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahme**

Zur Beseitigung der Ausuferungen bei einem HQ30 wird der Durchlass beim QP104 vergrössert. Der heutige Durchlass mit einem Kreisprofil  $d = 0.45$  m wird durch ein Betonrohr mit einem Durchmesser von 0.90 m ersetzt.

Anlässlich der Feldbegehung mit den Gemeindevertretern wurde diskutiert, den Bach in diesem Bereich offenzulegen und zu renaturieren und mit einer Brücke zu überqueren. Wegen des relativ geringen Aufwertungspotenzials und den deutlich höheren Kosten wurde diese Idee verworfen.

### **Kostenschätzung**

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 60'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 6'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 9'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

### **Wirkungsabschätzung**

Durch die gewählte Massnahme kann die grosse, blaue Fläche auf der Gefahrenkarte, welche bis in den Dorfkern hineinreicht, eliminiert werden. Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 50'000 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit deutlich positiv.

## 4.9 Wilchingen/Osterfingen – Haartelgraben

### Ausgangslage

Der Haartelbach ist im gesamten Siedlungsgebiet von Osterfingen eingedolt. Der Einlauf in die Eindolung (QP716, siehe Abbildung 49) liegt ungefähr 350 m oberhalb des Siedlungsgebietes. Die Kapazität der Eindolung ist schon für Abflüsse kleiner als HQ30 zu gering. Ausserdem besteht die Gefahr einer Verklausung mit Schwemmholz. Bei einer Ausuferung fliesst das Wasser zuerst über das Landwirtschaftsland und im Dorfgebiet hauptsächlich auf der Dorfstrasse durch Osterfingen ab. Einige Gebäude links und rechts der Strasse sind von der Überflutung betroffen (siehe Abbildung 48).

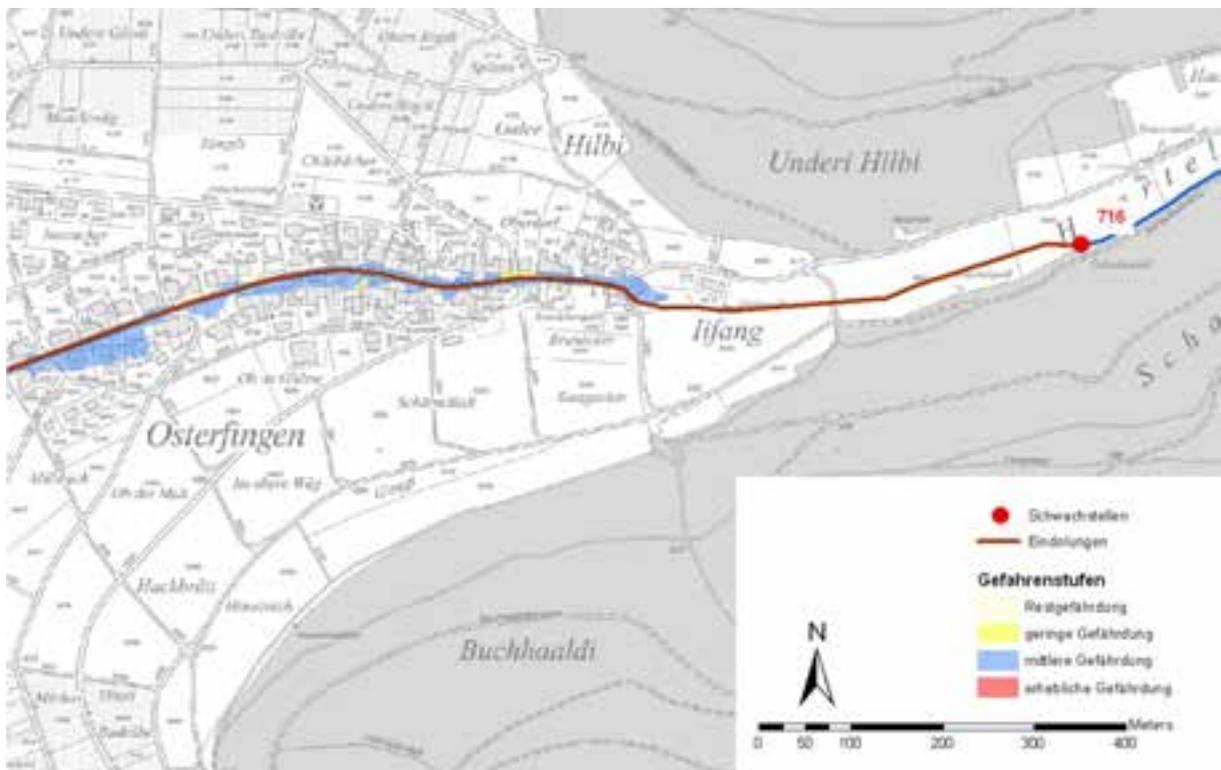


Abbildung 48: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Wilchingen/Osterfingen, Haartelbach.  
(Die Überflutungsfläche beginnt bei der Schwachstelle, sie ist jedoch oberhalb des Gefahrenkarten-Perimeters nicht eingezeichnet)



Abbildung 49: Schwachstelle Haartelbach, Eindolung QP716

### Massnahmenvarianten

Folgende Massnahmenvarianten wurden geprüft und auf ihre Effizienz beurteilt:

- Schaffung von Rückhalteräumen oberhalb des Siedlungsgebiets
- Offenlegung und Renaturierung des Haartelbaches oberhalb des Dorfes.
- Ableiten von Hochwasser auf der Dorfstrasse mittels Leitelementen

Eine Offenlegung und Renaturierung ist vom ökologischen Gesichtspunkt her sicher wünschenswert, bringt bezüglich Verminderung der Hochwassergefährdung im Dorf selber wenig. Das offengelegte Gerinne würde zudem, wenn der natürliche Geländeverlauf als gegeben betrachtet wird, die landwirtschaftlich genutzte Fläche zerteilen, was die Bewirtschaftung erschweren würde.

Leitelemente entlang der Dorfstrasse würden einzelne, heute durch Hochwasser betroffene Gebäude schützen helfen. Da die Schäden im Dorfgebiet dadurch nur gering gesenkt werden können und weil fixe Leitelemente das Ortsbild beeinträchtigen können, wird auf diese Massnahme verzichtet.

Die Schaffung von Rückhalteräumen oberhalb des Siedlungsgebiets wird somit bevorzugt und im nächsten Abschnitt beschrieben.

### Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Die Gefährdung im Dorf soll durch Rückhaltmassnahmen oberhalb des Siedlungsgebietes reduziert werden. Die Rückhaltevolumina, welche bei einem HQ30 und HQ100 zurückgehalten werden müssen, sind verhältnismässig gering (HQ30: 2'000 m<sup>3</sup>; HQ100: 10'000 m<sup>3</sup>).

Als Rückhalteraum bietet sich das Gebiet direkt unterhalb des Einlaufs in die Eindolung an, wo eine Geländekante den unteren Abschluss des Retentionsraums bildet (siehe Abbildung 51). Mit Hilfe des digitalen Höhenmodells wurde im GIS ermittelt, wie gross die zurückgehaltenen Volumina in Abhängigkeit von der Füllhöhe sind (Abbildung 50). Da die Geländemulde zwischen der Oberdorfstrasse und dem ansteigenden Waldhang relativ tief ist, wird zum Rückhalt eines HQ30 ein 2 m hoher Erddamm quer zur Fliessrichtung errichtet (Füllhöhe ca. 484 m ü. M.). Das Einzugsgebiet ist bewaldet, daher wird das Auslaufbauwerk des Rückhaltebeckens mit einem Schwemmholzrechen ausgestattet.

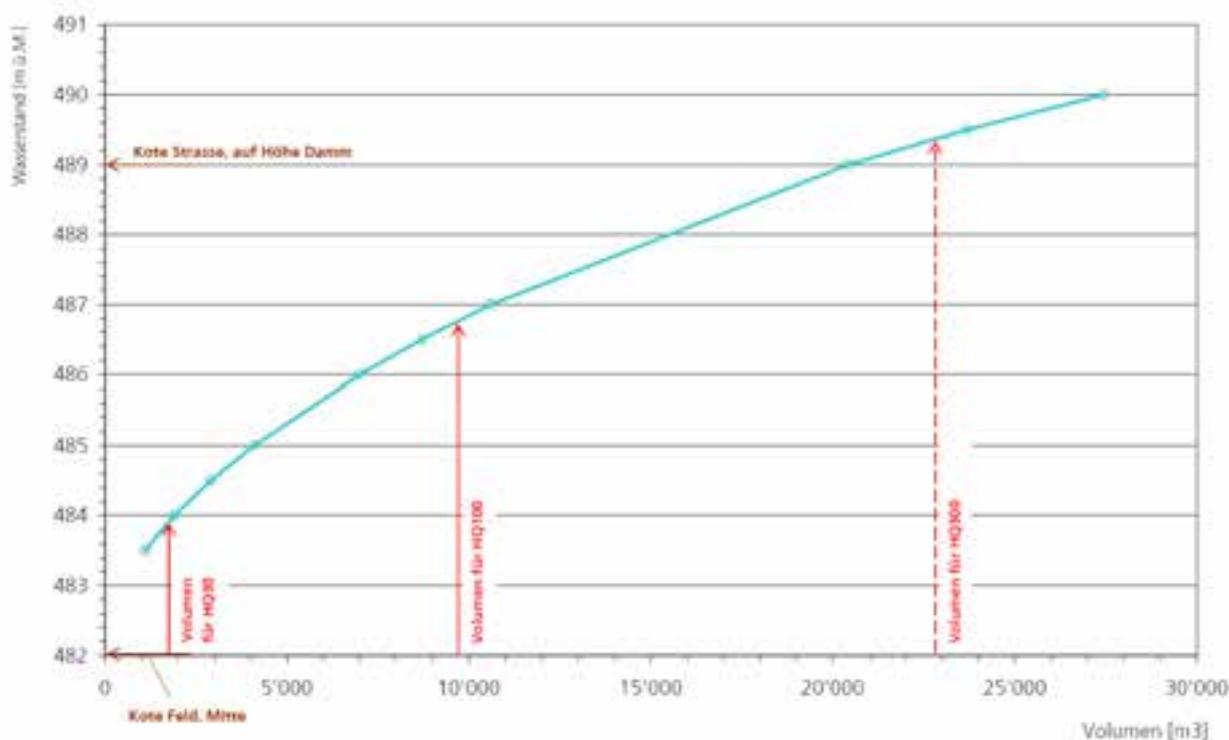


Abbildung 50: Beziehung Füllhöhe-Volumen für den oberen Rückhalteraum

Im Gebiet zwischen der Schwachstelle und dem Dorf kommt es gemäss Beobachtungen von Anwohnern regelmässig zu Oberflächenabfluss über die Wiesenhänge. Die Distanz zwischen dem oberen Rückhalteraum und dem obersten Gebäude des Dorfes beträgt ungefähr 300 m. Um den oberflächlichen Abfluss aus diesem Zwischeneinzugsgebiet ebenfalls zurückzuhalten, wird hier ein weiterer kleinerer Rückhalteraum geschaffen (siehe Abbildung 51). Das anfallende Wasser wird bis auf das Niveau der Dorfstrasse zurückgestaut (max. Dammhöhe: 1.5 m; Damm-

kote ca. 0.2 m höher als Strasse). Das Wasser wird bei einem Überlaufen auf die Strasse (und nicht in die Häuser) geleitet.

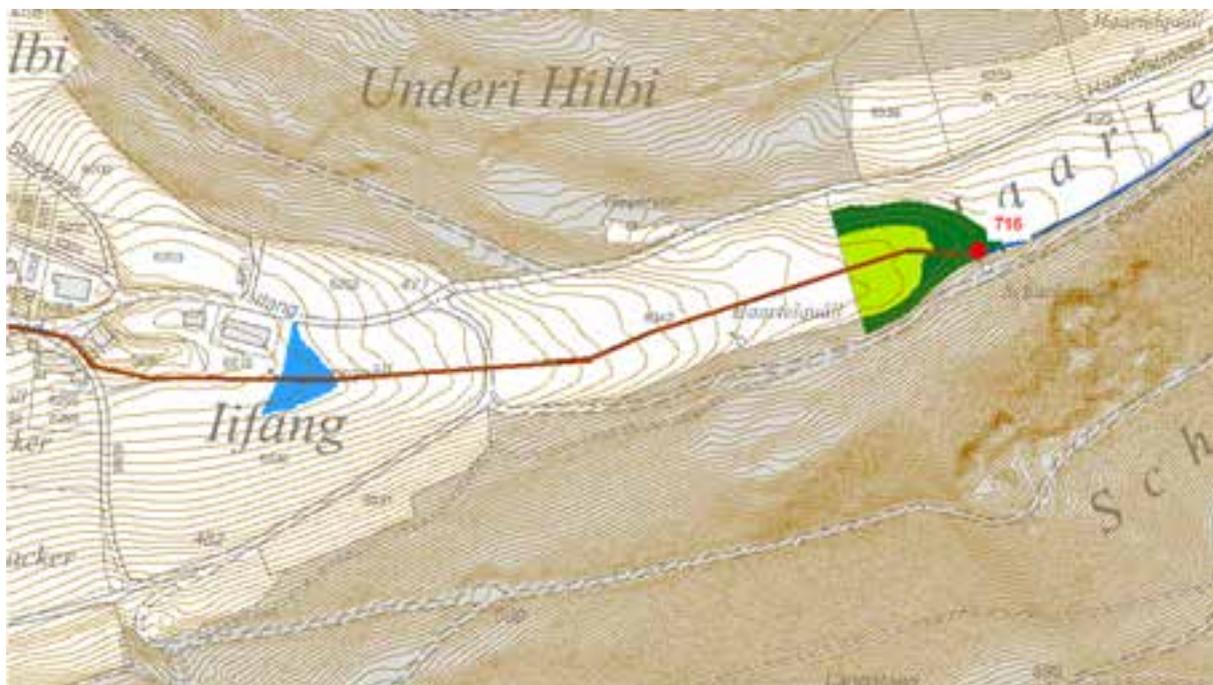


Abbildung 51: Lage und Ausdehnung der beiden Rückhalteräume (Äquidistanz der Höhenlinien: 1 m)

### Kostenschätzung

Die Erstellungskosten (Investitionskosten) für diese Massnahmenvariante schätzen wir auf rund CHF 110'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 11'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 16'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

### Wirkungsabschätzung

Durch die gewählte Massnahme wird eine Überflutung bei Ereignissen bis zu einem HQ30 verhindert, und die Fliesstiefen bei grösseren Ereignissen werden verringert. Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 34'000 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit positiv.

## **4.10 Trasadingen – Vorder- und Hindertalbach**

### **Ausgangslage**

Am 17. Juni 2010 war Trasadingen durch ein Hochwasserereignis betroffen, welches ungefähr einem HQ300 entsprach. Die Überflutungen stimmten gut mit den in der Gefahrenkarte prognostizierten Flächen überein (siehe Abbildung 52).

Der Hindertalbach ist ab dem Acker "Taal" eingedolt (QP729) und verläuft, mit Ausnahme eines kurzen Abschnitts, unterirdisch durch das Dorf. Die Kapazität der Eindolung ist bereits vor einem HQ30 ungenügend. Der Vordertalbach ist auf seiner gesamten Länge im Siedlungsgebiet eingedolt; der Zulauf erfolgt im Landwirtschafts-/Rebbaugelände über mehrere kleine Einläufe entlang der Flurstrassen. Diese Einläufe waren beim Ereignis vom 17. Juni 2010 grösstenteils mit Gestein und Geröll verstopft. Die beiden Eindolungen werden bei der Kreuzung Dorfstrasse/Bahnhofstrasse zusammengeführt.

Am 17. Juni 2010 flossen grosse Wassermengen aus dem Vorder- und Hindertal oberflächlich über die Flurstrassen ab, sammelten sich auf dem Acker "Taal" und flossen weiter auf den Sportplatz Tüfebrunnen. Von hier aus bildeten sich zwei Abflussäste, welche sich ihren Weg durch das Dorf suchten und zu grossen Überflutungen führten (siehe Abbildungen 53, 54 und 55).

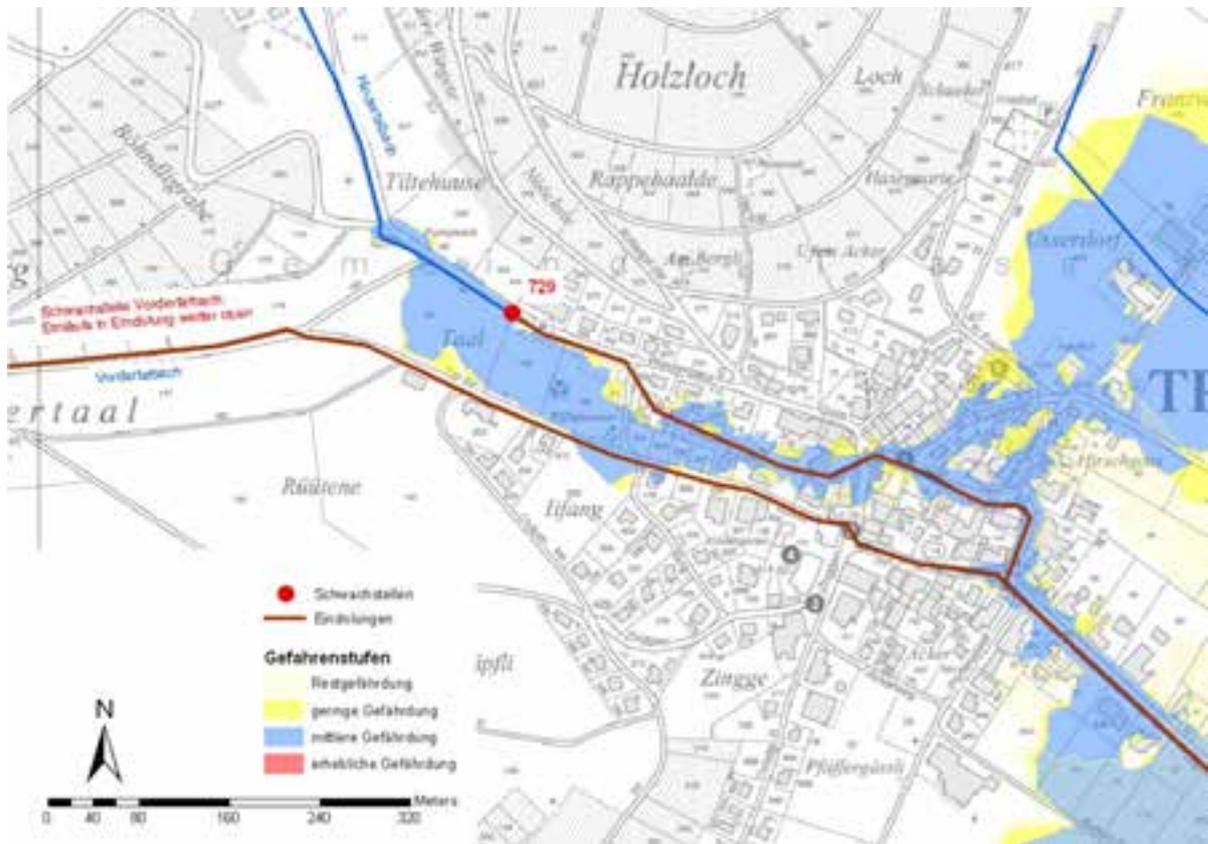


Abbildung 52: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Trasadingen, Hindertalbach.

(Der Vordertalbach wurde in der Gefahrenkarte nicht berücksichtigt, da er innerhalb des Untersuchungsperimeters auf seiner gesamten Länge eingedolt ist. Bei einer Ausuferung resultieren jedoch für beide Bäche dieselben Fließwege.)

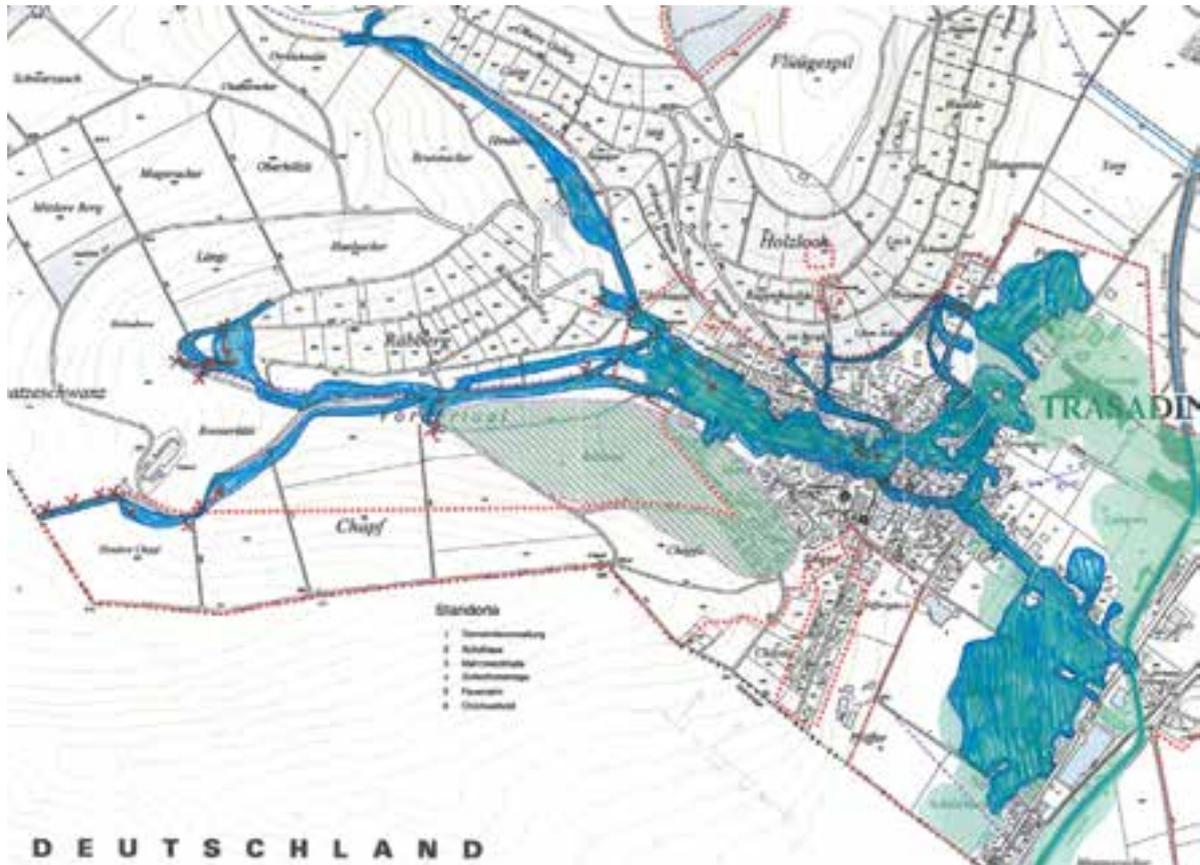


Abbildung 53: Überflutungsflächen und Austrittsstellen (rote Kreuze) beim Ereignis vom 17. Juni 2010 (Quelle: Ereignisanalyse, Niederer + Pozzi Umwelt AG)



*Abbildung 54: Fotos vom Ereignis 17. Juni 2010: Blick  
Hindertal aufwärts oberhalb des Sportplatzes,  
Abfluss auf der gesamten Breite des Fussballplatzes,  
Überschwemmungen im Dorf*



*Abbildung 55: Schwachstelle Hindertalbach (links), Einlauf in Eindolung QP729. Schwachstelle Vordertalbach (rechts), verstopfte Zuleitung in die Eindolung beim Ereignis 17. Juni 2010).*

### **Gewählte Hochwasserschutzmassnahmen**

Die Gewährleistung einer genügenden Abflusskapazität im Dorf könnte nur durch eine massive Vergrösserung der bestehenden Eindolungen (Länge 1.8 km) erreicht werden. Aus Kostengründen wurde diese Option in der vorliegenden Studie nicht weiter verfolgt.

Als sinnvolle Massnahme wird ein Rückhalt im Gebiet Taal / Tüüfebrunne am oberen, nord-westlichen Rand des Siedlungsgebietes vorgeschlagen. Dieses Gebiet wird heute als Ackerland (Taal) bzw. als Sportplatz (Tüüfebrunne) genutzt.

Die heutige Abflusskapazität der Eindolung nach dem (unterirdischen) Zusammenfluss des Vorder- und Hindertalbaches beträgt  $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum soll diesen Wert nicht übersteigen.

Für einen Rückhalt bis zu einem HQ30 ist das Gebiet Taal (Ackerfläche) genügend gross. Der Damm beträgt an seiner höchsten Stelle 2.5 m, das Rückhaltevolumen beträgt ca.  $14'000 \text{ m}^3$  (siehe Abbildung 56, Abbildung 57, Abbildung 58).

Alternativ dazu könnte ein Teil der Ackerfläche ausgebaggert werden. Bei einer Ausbaggerung von  $4'000 \text{ m}^3$  könnte der Damm auf 2.0 m Höhe reduziert werden.



Abbildung 56: Rückhalt für HQ30, Situation mit dem Verlauf der Dämme, Variante max.  
Dammhöhe 2.0 m und Ausbaggerungen von ca. 4'000 m<sup>3</sup>



Abbildung 57 Ansicht des Rückhalteraums für HQ30, Sicht von oben



Abbildung 58 Ansicht des Rückhalteraums für HQ30, Sicht von unten

Für den Rückhalt eines Hochwassers in der Grössenordnung eines HQ100 wird im Gebiet Tüfebrunne (Sportplatz) ein zusätzlicher Rückhalteraum geschaffen (= zweistufiger Rückhalt). Sobald das Volumen 14'000 m<sup>3</sup> überstiegen wird, fliesst der weiter anfallende Abfluss über eine definierte Überlaufstelle (z.B. tiefer gesetzte Kante von 10 m Breite) über den das Gebiet Taal begrenzenden Damm ins untere Rückhaltebecken. Die notwendige, maximale Dammhöhe beträgt ungefähr 1.7 m, das Rückhaltevolumen ca. 10'000 m<sup>3</sup>.

Das Grundwasserpumpwerk sowie die Tartanbahn liegen ausserhalb des Dammes, das Garderobengebäude könnte in die Dammkonstruktion integriert werden (siehe Abbildung 59, Abbildung 60).



Abbildung 59 Situation mit dem Verlauf der Dämme, Rückhalt für HQ100



Abbildung 60: Ansicht der Rückhalteräume für HQ100, Sicht von unten

In den angegebenen Dammhöhen ist kein Freibord mit eingerechnet. Das Ziel des Rückhalts ist der Schutz bis zu einem bestimmten Abflussvolumen (bis HQ30 / HQ100). Bei noch grösseren Ereignissen kommt es zu einem Überströmen des Dammes. Entsprechend wird eine gegen Erosion speziell gesicherte Überlaufkante definiert. Eine sinnvolle Stelle für den Überlauf liegt im südlichen Bereich in Richtung Talstrasse.

### Kostenschätzung

Eine grobe Abschätzung der Erstellungs- und Unterhaltskosten für den zweistufigen Rückhalteraum ist schwierig, da es sich um ein grösseres Bauvorhaben mit vielen Randbedingungen und technischen Details handelt (u.a. Grundablässe, Schieber, Werkleitungen, Bachumlegungen etc.).

Als erste Schätzung kann eine Grössenordnung der Erstellungskosten (Investitionskosten) von rund CHF 800'000 bis 1'000'000 angenommen werden, plus jährliche Unterhaltskosten von 10% der Erstellungskosten. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unter-

haltskosten) von rund CHF 115'000 bis CHF 140'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

### **Wirkungsabschätzung**

Durch die gewählte Massnahme wird die grosse, sich durchs gesamte Dorf erstreckende Überflutung bei Ereignissen bis zu einem HQ100 verhindert. Das jährliche Hochwasserrisiko verringert sich dadurch um rund CHF 130'000. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit neutral, eine Realisierung der Massnahme ist ernsthaft zu prüfen.

---

## 5 Gesamtkostenschätzung

Auf der Basis der Kostenschätzung der vorgeschlagenen baulichen Hochwasserschutzmassnahmen in den acht Gemeinden und der Erkenntnisse aus der ersten Studie<sup>11</sup> wurden die Gesamtkosten für alle Gemeinden des Kantons erneut hochgerechnet.

Dabei flossen Überlegungen zum Massnahmenpotenzial für all jene Gemeinden, die über eine Gefahrenkarte verfügen, ein. Für Gemeinden, bei denen die Gefahrenkartierungen noch in Bearbeitung sind, wurden Analogieschlüsse zur Abschätzung des Massnahmenpotenzials gezogen.

Für 20 Gemeinden liegen Gefahrenkarten vor (Teilgebiete 1, 2 und 3), für weitere 6 Gemeinden werden sie noch erarbeitet (Teilgebiet 4). Die hier durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass pro Gemeinde rund 3 Schwachstellen zu beachten sind, die zu mittleren Gefährdungen (blaue Gefahrenbereiche) führen können. Für sämtliche Gemeinden im Kanton Schaffhausen kann somit von rund 78 Schwachstellen (und damit 78 potenziellen Hochwasserschutzmassnahmen) ausgegangen werden.

Die Kostenschätzungen für die in der vorliegenden Studie untersuchten Massnahmen liegen zwischen rund CHF 30'000.- und CHF 110'000 (resp. CHF 1'0000'000 für die aufwändige Massnahme in Trasadingen), je nach Ausgestaltung der Massnahme. Generell konnten kostengünstigere Massnahmen gefunden werden als in der ersten Studie. Die Massnahmentypen sind dabei sehr unterschiedlich und daher kostenmässig nicht einfach vergleichbar. Wir gehen mit den gemachten Erfahrungen – und trotz der beschriebenen Unsicherheiten – von durchschnittlichen Kosten für eine effiziente Massnahme von rund CHF 110'000, für weitere Massnahmen von ca. CHF 300'000 aus.

Weiter wird aufgrund der in den beiden Studien gemachten Erfahrungen davon ausgegangen, dass für die Hälfte bis zwei Drittel (d.h. rund 13 bis 17) der Gemeinden und für 1 von 3 Schwachstellen effiziente Hochwasserschutzmassnahmen gefunden werden können.

Aufgrund dieser Annahmen ist für effiziente Massnahmen im ganzen Kanton mit Kosten von ca. CHF 1'650'000 (15 x CHF 110'000) und für weitere Massnahmen von CHF 18'900'000 (63 x CHF 300'000) zu rechnen. Insgesamt muss also für Hochwasserschutzmassnahmen aller Gemeinden im Kanton mit Gesamtkosten von rund CHF 20'500'000 ausgegangen werden.

---

<sup>11</sup> Erste Studie, verfasst im ersten Halbjahr 2010: Gemeinden Merishausen, Schleithelm, Neunkirch, Guntmadingen, Hallau, Beringen

## 6 Schlussfolgerungen

Für acht Gemeinden im Kanton Schaffhausen wurden die Hochwasserrisiken abgeschätzt und effiziente Hochwasserschutzmassnahmen untersucht.

Die jährliche Schadenerwartung durch Hochwasser (kollektives Hochwasserrisiko) liegt zwischen rund CHF 65'000/Jahr (Beggingen und Siblingen) und rund CHF 2.7 Mio./Jahr (Stadt Schaffhausen).

In sieben der acht Gemeinden konnten effiziente Hochwasserschutzmassnahmen gefunden und entwickelt werden. Die Kosten-Wirksamkeiten dieser Massnahmen (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) liegen bei vier Gemeinden (Schaffhausen, Siblingen, Oberhallau und Wilchingen/Osterfingen) deutlich im positiven Bereich. Die durchschnittlichen Kosten für diese effizienten Massnahmen betragen CHF 60'000 pro Gemeinde (ohne Trasadingen).

Für Trasadingen wurden Rückhaltmassnahmen entwickelt, bei denen relativ hohe Kosten zu erwarten sind. Die Massnahmen weisen aber trotzdem ein neutrales Kosten-Wirksamkeitsverhältnis auf, weil damit grosse Schäden (wie beim Hochwasserereignis Juni 2010) verhindert werden können.

Die Gesamtkosten für die Realisierung aller Hochwasserschutzmassnahmen in den Gemeinden des Kantons wurden neu abgeschätzt (Grundlage neu: 14 Gemeinden aus den Studien 1 und 2). Es muss mit Gesamtkosten von rund CHF 20'500'000 gerechnet werden, davon ca. CHF 1'650'000 für effiziente Massnahmen.

## A1 Methodischer Ansatz Hochwasserrisiken

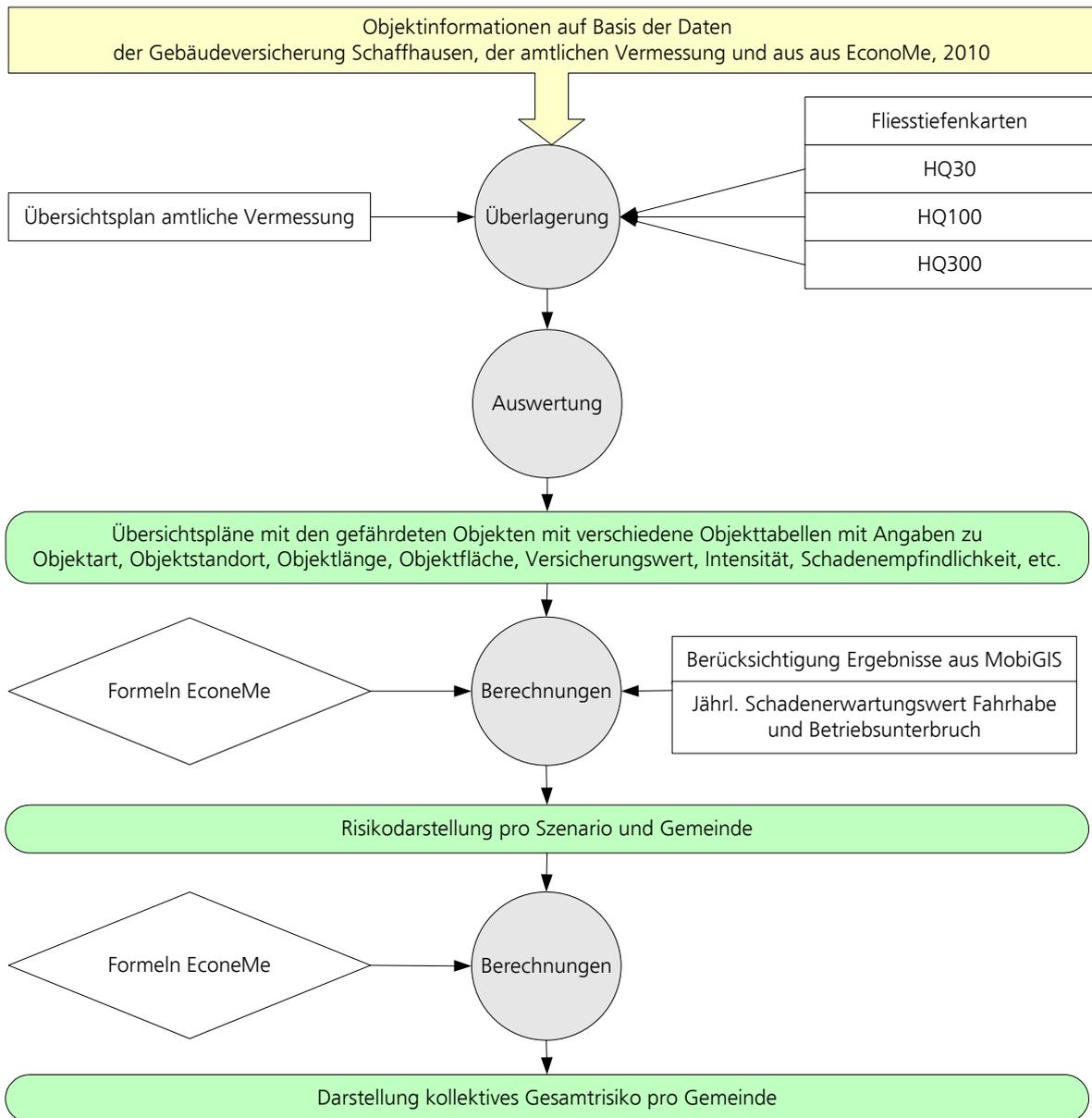


Abbildung 61: Vorgehen bei der Herleitung der Hochwasserrisiken.

## **Objekte und Parameter**

Objektart	Monetärer Wert [CHF]	Schadenempfindlichkeit		
		schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Fahrhabe				
Ein- und Mehrfamilienhaus	Versicherungswerte Fahrhabe gemäss der schweizerischen Mobiliar Versicherungsgesellschaft	0.15 0.1 – 0.12 0.05-0.06	0.30 0.1 – 0.12 0.05-0.06	0.60 0.1 – 0.12 0.05-0.06
Industrie- und Gewerbegebäude		0.15 0.1 – 0.12 0.05-0.06	0.35 0.1 – 0.12 0.05-0.06	0.55 0.1 – 0.12 0.05-0.06
Gebäude				
Einfamilienhaus	Versicherungswerte der Gebäude gemäss der Gebäudeversicherung Schaffhausen	0.02	0.20	0.30
Mehrfamilienhaus		0.006	0.15	0.20
Öffentliches Gebäude		0.10	0.30	0.40
Spital		0.10	0.30	0.40
Industrie- und Gewerbegebäude		0.10	0.30	0.40
Hotel und Gasthaus		0.10	0.30	0.40
Schule und Kindergarten		0.006	0.15	0.25
Kirche		0.006	0.15	0.40
Bahnhof		0.10	0.30	0.40
Einkaufszentrum		0.10	0.30	0.40
Stall		0.05	0.30	0.40
Wasserreservoir		0.01	0.20	0.50
Kleinbauten und Nebengebäude		0.10	0.30	0.40
Schuppen und Remise		0.02	0.30	0.60
Garage		0.02	0.50	0.60
Verkehrswege				
Gemeindestrassen	2'300 pro Lm	0	0.10	0.30
Kantonsstrassen	4'100 pro Lm	0	0.01	0.10
Schiene Einspur (Bahn)	6'300 pro Lm	0.50	0.80	1.00
Schiene Doppelspur (Bahn)	10'400 pro Lm	0.50	0.80	1.00
Grünflächen				
Extensive Fläche (Weideland etc.)	1'400 pro Are	0.001	0.03	0.50
Intensive Fläche (Ackerland etc.)	1'600 pro Are	0.001	0.05	0.50

Objektart	Monetärer Wert [CHF]	Schadenempfindlichkeit		
		schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Parkanlage (inkl. Gärten, Plätze etc.)	6'500 pro Are	0.20	0.30	0.60
Nutzwald	200 pro Are	0	0.20	0.40

*Tabelle 6: Berücksichtigte Objektarten mit zugehörigen Schadenempfindlichkeiten nach EconoMe 2.0<sup>12</sup>.*

Rot: Erfahrungswerte Projekta

<sup>12</sup> Mit Blick auf die Vergleichbarkeit der Resultate mit der ersten Studie wurde nicht auf die in der Zwischenzeit aktualisierte Version von EconoMe (EconoMe 2.1) abgestützt.

## **A2 Übersicht Massnahmenoptionen**

## **A3 Kostenschätzung Hochwasserschutzmassnahmen**