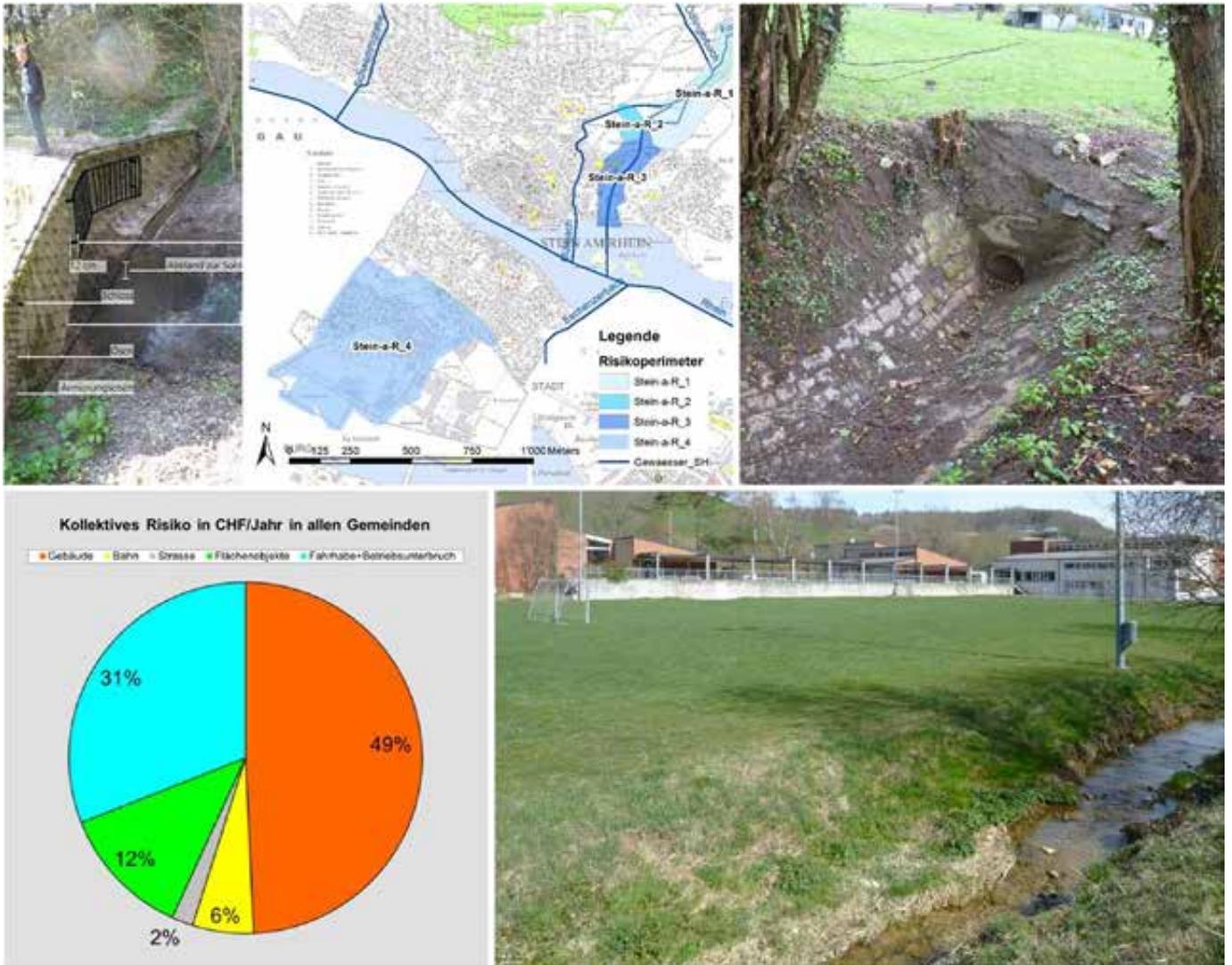


Massnahmenplanung Hochwasserschutz und Risikoübersicht im Kanton Schaffhausen

Gemeinden: Thayngen (inkl. Bibern, Barzheim, Opfertshofen, Hofen und Altdorf), Stein am Rhein, Ramsen, Buch, Dörflingen, Hemishofen



Juli 2012

Projektteam

Stocker, Sonja (EBP)

Angst, Richard (EBP)

Rauber, Martin (EBP)

Willi, Christian (EBP)

Schneider, Thomas (EBP)

Elsener Metz, Jürg (EBP)

Kern, Raoul (Mobiliar)

Ernst Basler + Partner AG

Zollikerstrasse 65

8702 Zollikon

Telefon +41 44 395 11 11

info@ebp.ch

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 Schweizerische Mobiliar Versicherungsgesellschaft AG, Bern, die Risikowerte für Fahrhabe und Betriebsunterbrüche.

Bei den Feldbegehungen zur Identifikation der Hochwasserschutzmassnahmen wurden wir durch verschiedene Vertreter der sechs 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	Thayngen, inkl. Ortsteile Bibern, Barzheim, Opfertshofen, Hofen und Altdorf.....	8
3.4	Stein am Rhein	11
3.5	Ramsen	14
3.6	Buch.....	16
3.7	Dörflingen	18
3.8	Hemishofen.....	20
3.9	Alle Gemeinden.....	22
3.10	Plausibilisierung der Ergebnisse	25
4	Bauliche Hochwasserschutzmassnahmen	27
4.1	Ziele	27
4.2	Methodik	27
4.3	Thayngen	30
4.3.1	Ortsteil Thayngen – Drachengraben (Drachenbrunnen)	30
4.3.2	Ortsteil Bibern - Telengraben	36
4.3.3	Ortsteil Hofen - Altdorferbach	41
4.3.4	Ortsteil Altdorf - Wäschbach.....	45
4.4	Stein am Rhein – Mülibach	50
4.5	Ramsen – Wiesholzgraben.....	55
4.6	Buch – Biber	60
5	Gesamtkostenschätzung	64
6	Schlussfolgerungen.....	66

Anhänge

- A1 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 Naturgefahrenerfassung 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 einfache, möglichst kostenwirksame, 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 zwei vorgängigen Studien wurden diese Untersuchungen für insgesamt 14 Gemeinden im Kanton Schaffhausen durchgeführt:

- Gemeinden Merishausen, Schleithelm, Neunkirch, Guntmadingen, Hallau und Beringen (Teilstudie 1, erstes Halbjahr 2010);
- Gemeinden Schaffhausen (inkl. Hemmental), Neuhausen, Barga, Beggingen, Siblingen, Oberhallau, Wilchingen/Osterfingen, Trasadingen (Teilstudie 2, zweites Halbjahr 2010).

Das TBA, Abteilung Gewässer, hat Ernst Basler + Partner (EBP) beauftragt, die vorliegende dritte Teilstudie auszuarbeiten.

Untersuchte Gewässer

In der Risikoabschätzung werden sämtliche Gefährdungsflächen, welche durch kleinere und mittlere Fließgewässer verursacht werden, berücksichtigt. Die durch den Rhein bedingten Gefährdungsflächen hingegen werden nicht in die Untersuchungen miteinbezogen. Der Fokus liegt so explizit auf den kleineren Fließgewässern.

Untersuchungsperimeter

Die vorliegende Studie untersucht die folgenden sechs Gemeinden im Kanton:

- Thayngen (inkl. Bibern, Barzheim, Hofen, Opfertshofen, Altdorf)
(Die Ortsteile Barzheim und Opfertshofen liegen ausserhalb von Gefährdungsflächen)
- Stein am Rhein
- Ramsen
- Buch
- Dörflingen
- Hemishofen

Für alle Gemeinden wurden jeweils flächendeckend die Hochwasserrisiken (ausgedrückt durch die jährliche Schadenerwartung) ermittelt. Parallel dazu wurden für diese Gemeinden Bäche (bzw. Schwachstellen) identifiziert, die für einfache Schutzmassnahmen geeignet sind.

Während der Bearbeitung zeigte sich, dass sowohl in Dörflingen als auch in Hemishofen die Schadenerwartung gering ist. Daher wurden für diese Gemeinden, in Absprache mit dem Auftraggeber, auf die Erarbeitung von baulichen Hochwasserschutzmassnahmen verzichtet.

In enger Absprache mit dem Auftraggeber wurden die folgenden Gemeinden resp. Ortsteile von Thayngen bei der Massnahmenplanung berücksichtigt (Feldbegehung, anschliessend Auswahl und Entwicklung einer besonders kostenwirksamen Massnahme):

- Thayngen, Bibern, Hofen, Altdorf (= Ortsteile von Thayngen);
- Stein am Rhein,
- Ramsen und
- Buch.

Die Massnahmenplanung enthält eine Dimensionierung sowie eine grobe Kostenschätzung.

Innerhalb der einzelnen Gemeinden wurden zusätzlich sogenannte Risiko-Perimeter ausgeschieden (siehe Kap.3.3 bis 3.8). 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:	
– Teilgebiet 4	Niederer + Pozzi, Uznach
Zusatzabklärungen für einzelne Bäche	Niederer + Pozzi, Uznach
Schadenempfindlichkeiten	EconoMe 2.0 ¹
Schadenerwartungswerte für Fahrha- be und Betriebsunterbrüche	MobiGIS (Geo-Informationssystem für Naturgefahren) der Schweizerischen Mobiliar Versicherungsgesellschaft AG
Digitales Terrainmodell (DTM)	Amtliche Vermessung
Übersichtsplan 1:5'000 und Orthofo- tos	Amtliche Vermessung

Tabelle 1 Verwendete Datengrundlagen.

¹ Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den vorangehenden Studien wurde in der dritten Studie ebenfalls auf EconoMe 2.0 abgestützt, obwohl Zwischenzeitlich EconoMe 2.2 vorliegt.

3 Ermittlung der Hochwasserrisiken

3.1 Methodik

Das Vorgehen zur Ermittlung der Hochwasserrisiken basiert analog der ersten (Mai 2010) und zweiten Studie (Januar 2011) 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 und wurden pro Risiko-Perimeter durchgeführt. Das Vorgehen ist schematisch in Anhang A1 dargestellt.

Nachfolgend ist die Methodik zur Ermittlung der Hochwasserrisiken beschrieben.

Grundlagenarbeiten

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

- Ausdehnung Gefahrenbereiche mit Angaben zu den gefährdeten Objekten
- Fliesstiefen (Intensität)
- Jährlichkeiten.

Zur Bestimmung des Standortes und der Lage der gefährdeten Objekte wurde der Übersichtsplan der amtlichen Vermessung verwendet. Zur Ermittlung des Strassentyps (Gemeinde- oder Kantonsstrasse) wurde zusätzlich der Tele-Atlas verwendet.

Bei den Gebäuden wurden lediglich diejenigen Gebäude berücksichtigt, die im Übersichtsplan der amtlichen Vermessung enthalten und bei der Gebäudeversicherung Schaffhausen versichert sind². 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 (wie z.B. der Wert in CHF für einen Laufmeter Strasse etc.), die nicht bei der Gebäudeversicherung Schaffhausen vorliegen, basieren auf EconoMe 2.0. Ebenfalls auf EconoMe 2.0 basieren die Schadenempfindlichkeitswerte der Objekte (vgl. Anhang A1).

² Im Übersichtsplan der amtlichen Vermessung sind generell mehr Gebäude enthalten, als bei der Gebäudeversicherung Schaffhausen Versicherungsnummern vorliegen. Einzelne Gebäude des Übersichtsplanes sind evtl. nicht versichert bzw. es können mehrere Gebäude bei der Gebäudeversicherung Schaffhausen zu einer Versicherungsnummer zusammengefasst sein. Diesbezüglich wurden jedoch keine weiteren Abklärungen durchgeführt.

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 verwendet³:

Grundszenario	Abkürzung	Jährlichkeit ⁴
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 wurde gemäss EconoMe 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	$h = 0 \text{ m}$ $v * h = 0 \text{ m}^2/\text{s}$	$h \leq 0.5 \text{ m}$ $v * h \leq 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$ $0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v * h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h \geq 2 \text{ m}$ $v * h \geq 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Tabelle 3: Intensitätskriterien für den Gefahrenprozess Überflutung

$h = \text{Fliesstiefe}$

$v = \text{Fließgeschwindigkeit des Wassers}$

Ermittlung des Schadenausmasses

Zur Ermittlung des Schadenausmasses wurde das Szenario der Schadenentstehung „Beschädigung oder Zerstörung eines Objektes“ betrachtet. Ausgeschiedene Bauzonen, die noch nicht überbaut sind, wurden bei der Ermittlung des Schadenausmasses nicht berücksichtigt. Schäden an Personen wurden ebenfalls nicht untersucht. Verschiedene Ereignisverläufe z.B. infolge er-

³ Die Grundszenarien und Jährlichkeiten basieren auf den Fliesstiefen- bzw. Intensitätskarten HQ30, HQ100 und HQ300. Das Extremhochwasser (EHQ) wird in der Risikoermittlung nicht berücksichtigt.

⁴ 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.

folgreicher bzw. zu später Intervention wurden bezüglich der Schadenentstehung nicht unterschieden.

Das Schadenausmass der potenziell gefährdeten Objekte ergibt sich somit aus dem Produkt des Objektwertes⁵ und der Schadenempfindlichkeit des Objektes (gemäss EconoMe 2.0; vgl. Anhang A1). Folgende Objektkategorien flossen in die Bestimmung des Schadenausmasses mit ein:

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

Innerhalb dieser Objektkategorien wurden die direkten Schäden des Szenarios der Schadenentstehung für die in Anhang A1 aufgeführten Objektarten bestimmt. Die Fahrhabeschäden und die Betriebsunterbrüche basieren auf den Berechnungen des Kompetenzzentrums Naturgefahren der Schweizerischen Mobiliar Versicherungsgesellschaft AG, wobei die Gesamtschäden pro Risiko-Perimeter und Gemeinde gemäss dem Marktanteil der Mobiliar Versicherungsgesellschaft hochgerechnet wurden⁶. Weitere indirekte Schäden bzw. Kosten wie z.B. die Verfügbarkeit von Strassen infolge vorsorglicher Sperrung oder einer Sperrung nach einem Ereignis werden nicht betrachtet.

Das Schadenausmass aus direkten Sachschäden Aw_{ji} für ein Objekt i im Szenario j ergibt sich somit 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)

Analog berechnet sich das Schadenausmass aus indirekten Schäden infolge "Betriebsausfall" $A(id)_j$.

⁵ Versicherungswert der Gebäude (Gebäudeversicherung Schaffhausen), Versicherungswert Fahrhabe und Betriebsunterbruch (Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweizerischen Mobiliar Versicherungsgesellschaft AG), ansonsten Basiswerte gemäss EconoMe 2.0.

⁶ Der jährliche Schadenerwartungswert (CHF pro Jahr) bezüglich Fahrhabe sowie Betriebsunterbruch wurde vom Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweizerischen Mobiliar Versicherungsgesellschaft AG nach identischem Vorgehen auf Basis der Versicherungsdaten der Mobiliar Versicherungsgesellschaft und der Daten aus EconoMe 2.0 ermittelt. Aus Gründen des Datenschutzes konnten die durch die Mobiliar Versicherungsgesellschaft berechneten, jährlichen Schadenerwartungswerte bezüglich Fahrhabe und Betriebsunterbruch lediglich auf Stufe „Risiko-Perimeter“ zur Verfügung gestellt werden.

Risikoermittlung

Das kollektive Hochwasserrisiko R_j in Bezug auf Sachwerte⁷ im Szenario j setzt sich aus dem Schadenausmass direkter und indirekter Schäden verknüpft mit der Häufigkeit p_j des Szenarios zusammen:

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

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} aufgefasst⁸.

Das gesamte 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

In jeder Gemeinde wurden sogenannte Risiko-Perimeter ausgeschieden. Für jeden dieser Risiko-Perimeter sowie für die gesamte Gemeinde wurde das kollektive Hochwasserrisiko pro Szenario (HQ30, HQ100, HQ300) sowie das gesamte Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100, HQ300) berechnet. Das Extremhochwasser (EHQ), das ebenfalls stark zum Hochwasserrisiko in einer Gemeinde beitragen kann, wurde nicht berücksichtigt. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten. Weiter ist zu beachten, dass einzelne Risiko-Perimeter sehr wenige Gebäude umfassen und daher die bestehenden Unsicherheiten bei der Risikoermittlung sich stärker auswirken können⁹. Zusätzlich lagen für mehrere dieser kleinflächigen Risiko-Perimeter keine Versicherungswerte für Fahrhabe und Betriebsunterbruch vor. Für diese wurden Mittelwerte basierend auf den bereits durchgeführten Studien (Mai 2010, Januar 2011) verwendet¹⁰.

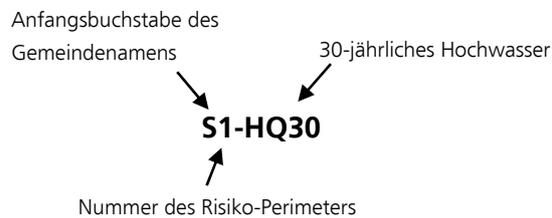
⁷ Gemäss den Ausschreibungsunterlagen vom 15. Dezember 2009 des Kantons Schaffhausen zur ersten Studie (Mai 2010) sollen Personenrisiken nicht berücksichtigt werden.

⁸ Berechnung des kollektiven Hochwasserrisikos nach der Treppenfunktion (komplementär-kumulatives Häufigkeits-Ausmass-Diagramm) gemäss Risikokonzept (PLANAT 2009) und EconoMe 2.0 (2010).

⁹ Insgesamt weisen 8 Risiko-Perimeter lediglich 1 bis 5 Gebäude auf, die bei einem HQ300 potenziell gefährdet sind. In 6 Risiko-Perimetern befinden sich keine (versicherten) Gebäude. Die restlichen 10 Risiko-Perimeter enthalten mindestens 7 Gebäude.

¹⁰ Die erwarteten Schäden an Fahrhabe sowie die erwarteten Kosten infolge Betriebsunterbruch pro Jahr basieren für folgende Risiko-Perimeter auf Mittelwerten der ersten und zweiten Studie: Dörflingen, Hemishofen, Ramsen 3 und 5, Stein am Rhein 1 und 3 sowie Thayngen Hofen 1.

Folgende Nomenklatur wird in den folgenden Darstellungen verwendet (erklärt am Beispiel der Gemeinde Stein am Rhein):



3.3 Thayngen, inkl. Ortsteile Bibern, Barzheim, Opfertshofen, Hofen und Altdorf

Die Gemeinde Thayngen besteht aus den Ortsteilen Bibern, Barzheim, Opfertshofen, Hofen und Altdorf. Insgesamt wurde die Gemeinde in elf Risiko-Perimeter aufgeteilt (vgl. Abbildung 1 und Abbildung 2).

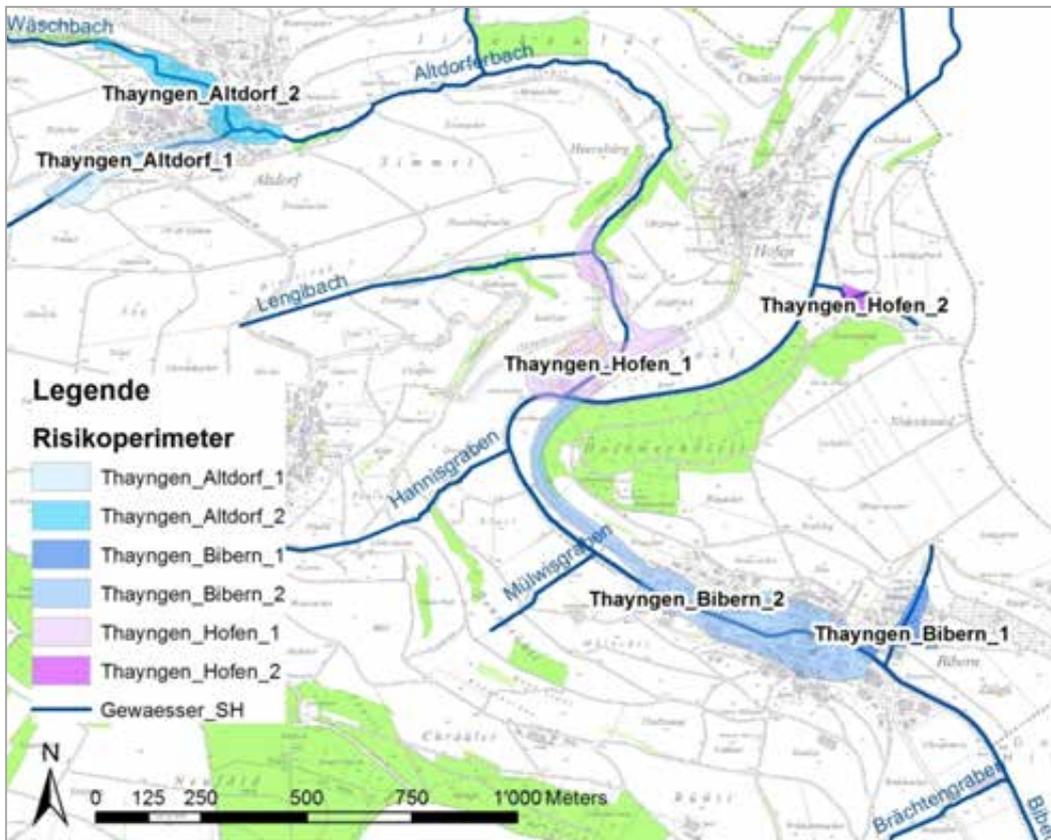


Abbildung 1: Übersichtplan Thayngen und Darstellung der Risiko-Perimeter der Ortsteile von Thayngen (Altdorf, Bibern und Hofen).

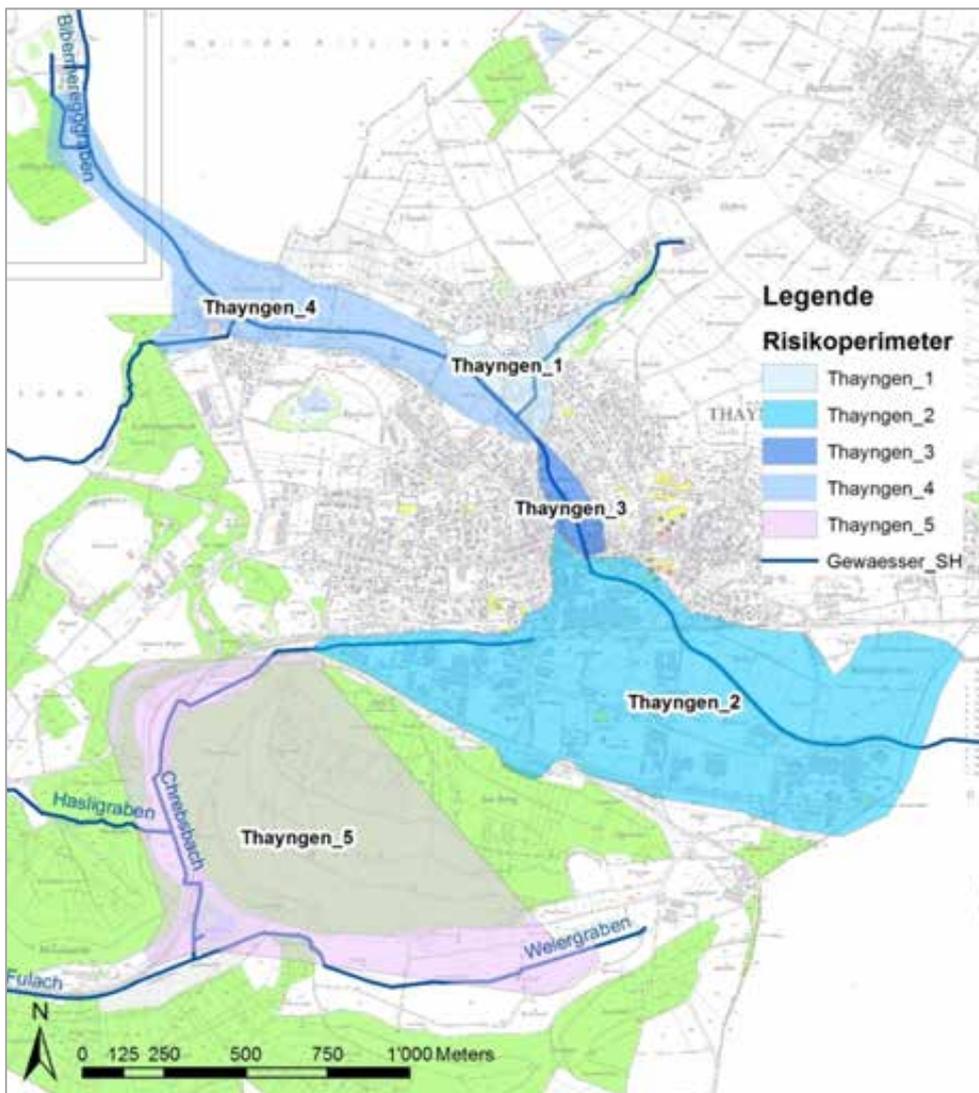


Abbildung 2: Übersichtplan Thayngen und Darstellung der Risiko-Perimeter Thayngen 1 bis 5.

Das gesamte kollektive Hochwasserrisiko in der Gemeinde Thayngen beträgt gut CHF 175'000 pro Jahr. Abbildung 3 zeigt, dass das Hochwasserrisiko insbesondere durch das 300-jährliche Hochwasser (HQ300) bestimmt wird.

Abbildung 4 zeigt, dass markante Risiken mit mehr als CHF 20'000 erwartetem Schaden pro Jahr nur drei Risiko-Perimeter aufweisen (Thayngen 2, Thayngen 3, Thayngen Bibern 2), wobei Thayngen 2 etwa die Hälfte des Hochwasserrisikos bestimmt. Die Gebäuderisiken machen etwa 50% des gesamten Hochwasserrisikos aus, wobei in den Risiko-Perimetern Thayngen_5 und Hofen_2 keine und in Altdorf_2, Bibern_1 und Hofen_1 fünf oder weniger Gebäude gefährdet sind. Rund CHF 48'500 pro Jahr oder knapp 30% tragen die Risiken infolge Schäden an Fahrhaube und Betriebsunterbruch zum Gesamtrisiko bei, wobei ca. 90% durch Schäden an Fahrhaube bestimmt wird. Die Risiken infolge Betriebsunterbrüche spielen in Thayngen also eine untergeordnete Rolle. Die übrigen erwarteten Schaden pro Jahr an Flächenobjekten, Bahn und Strassen betragen rund CHF 33'000 pro Jahr.

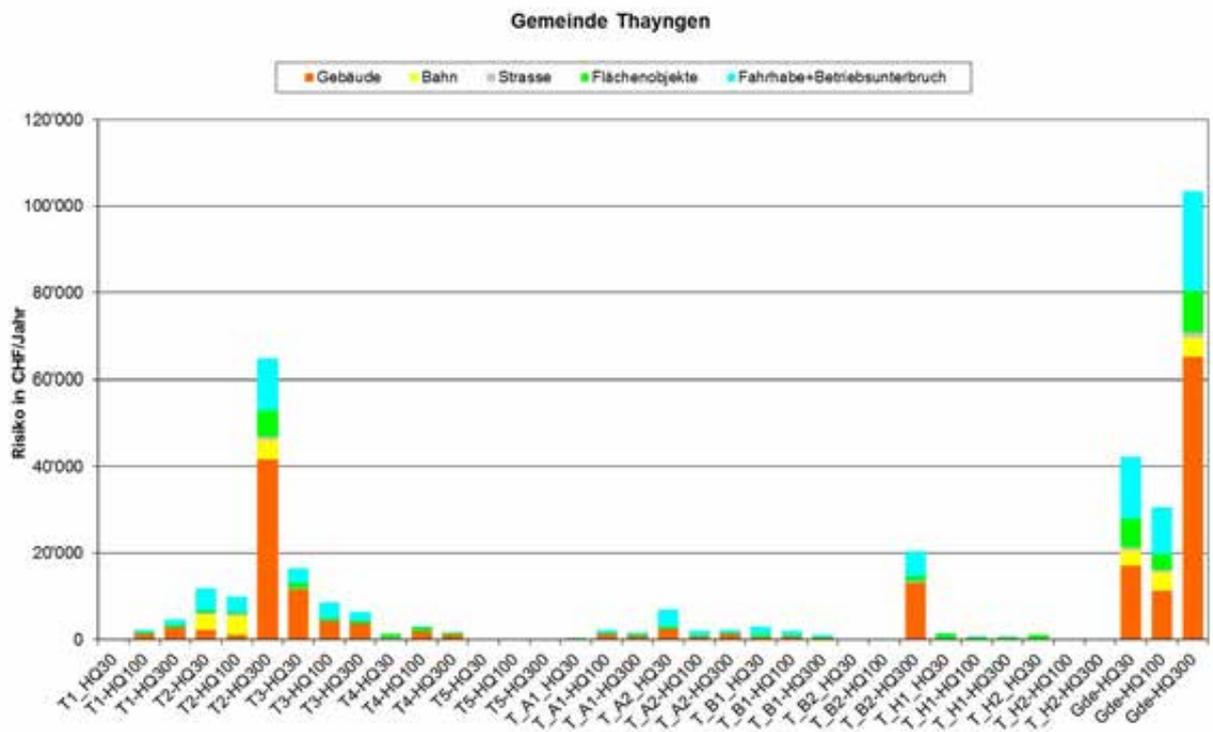


Abbildung 3: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Thayngen

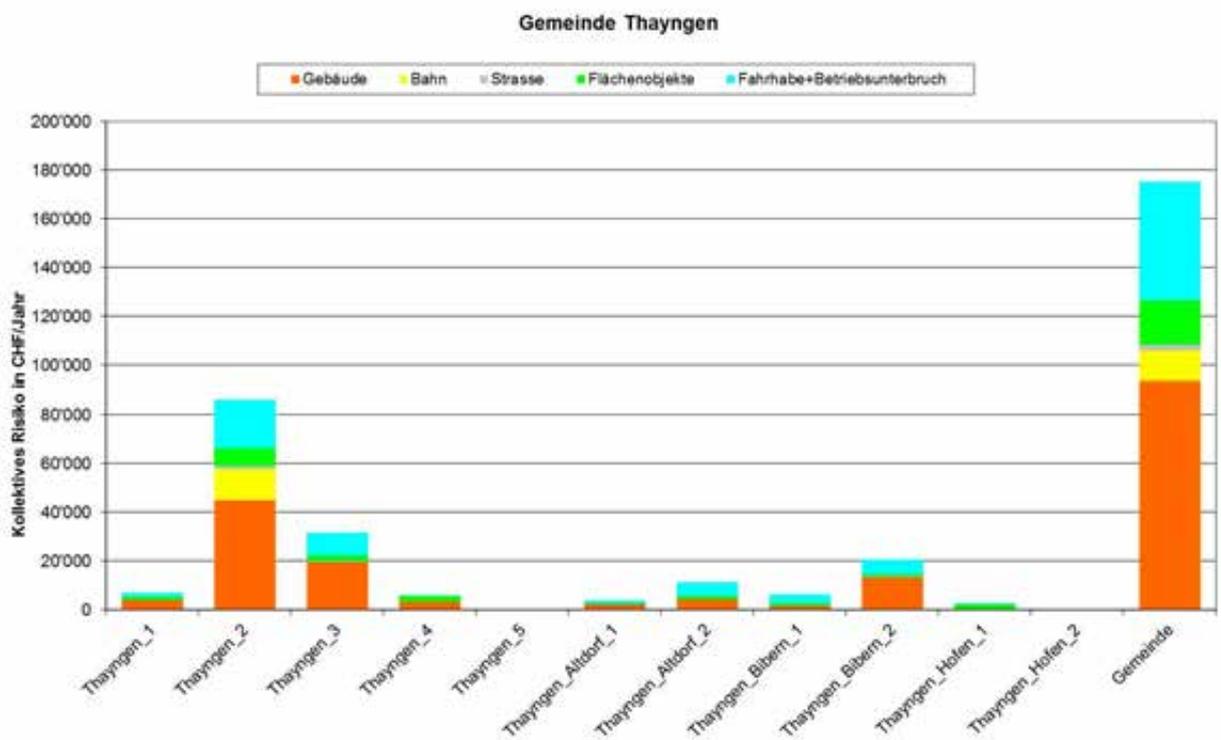


Abbildung 4: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Thayngen

machen lediglich 2% der Fahrhabe und Betriebsunterbruch-Risiken, also knapp CHF 20'000, aus.

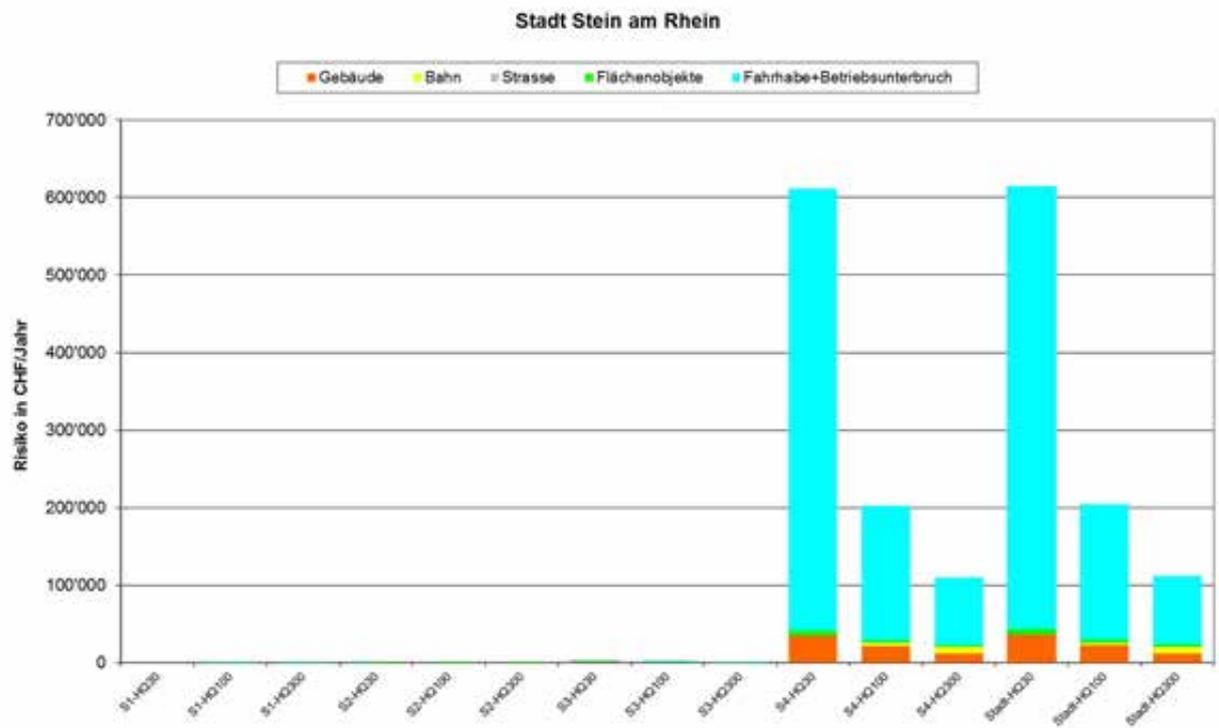


Abbildung 6: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Stadt Stein am Rhein

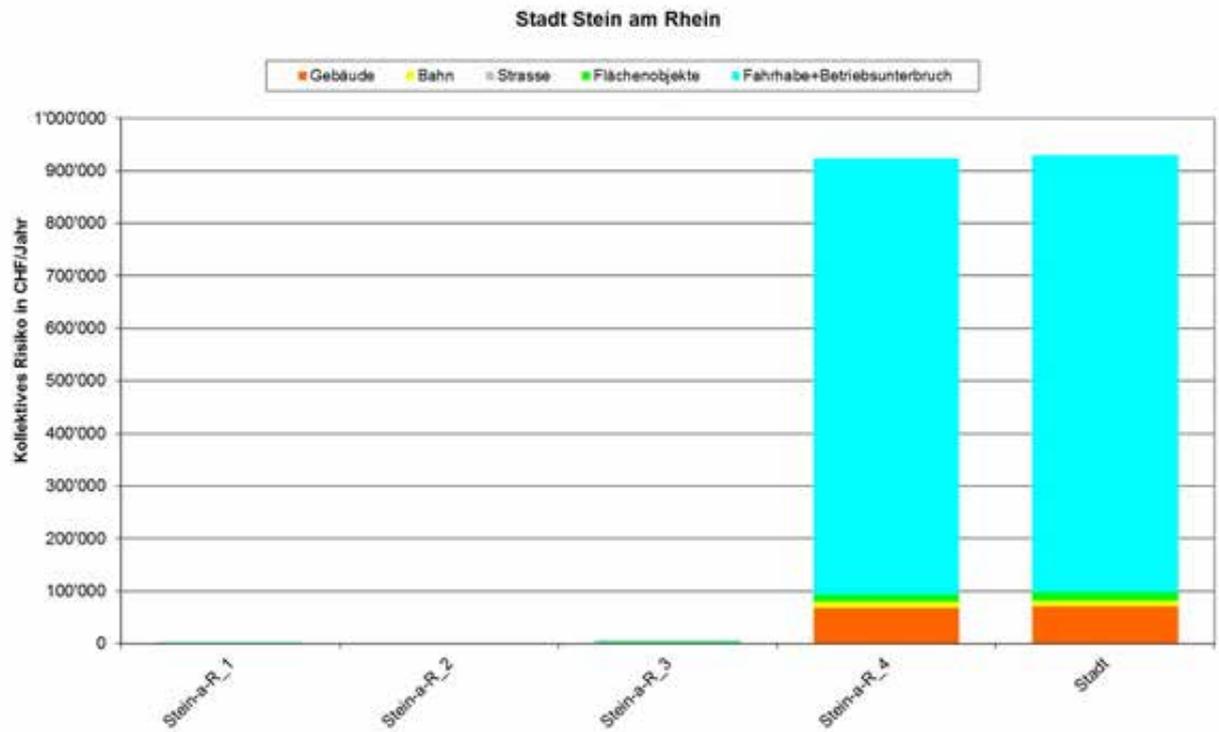


Abbildung 7: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Stadt Stein am Rhein

3.5 Ramsen

Die Gemeinde Ramsen wurde in fünf Risikoperimeter unterteilt.

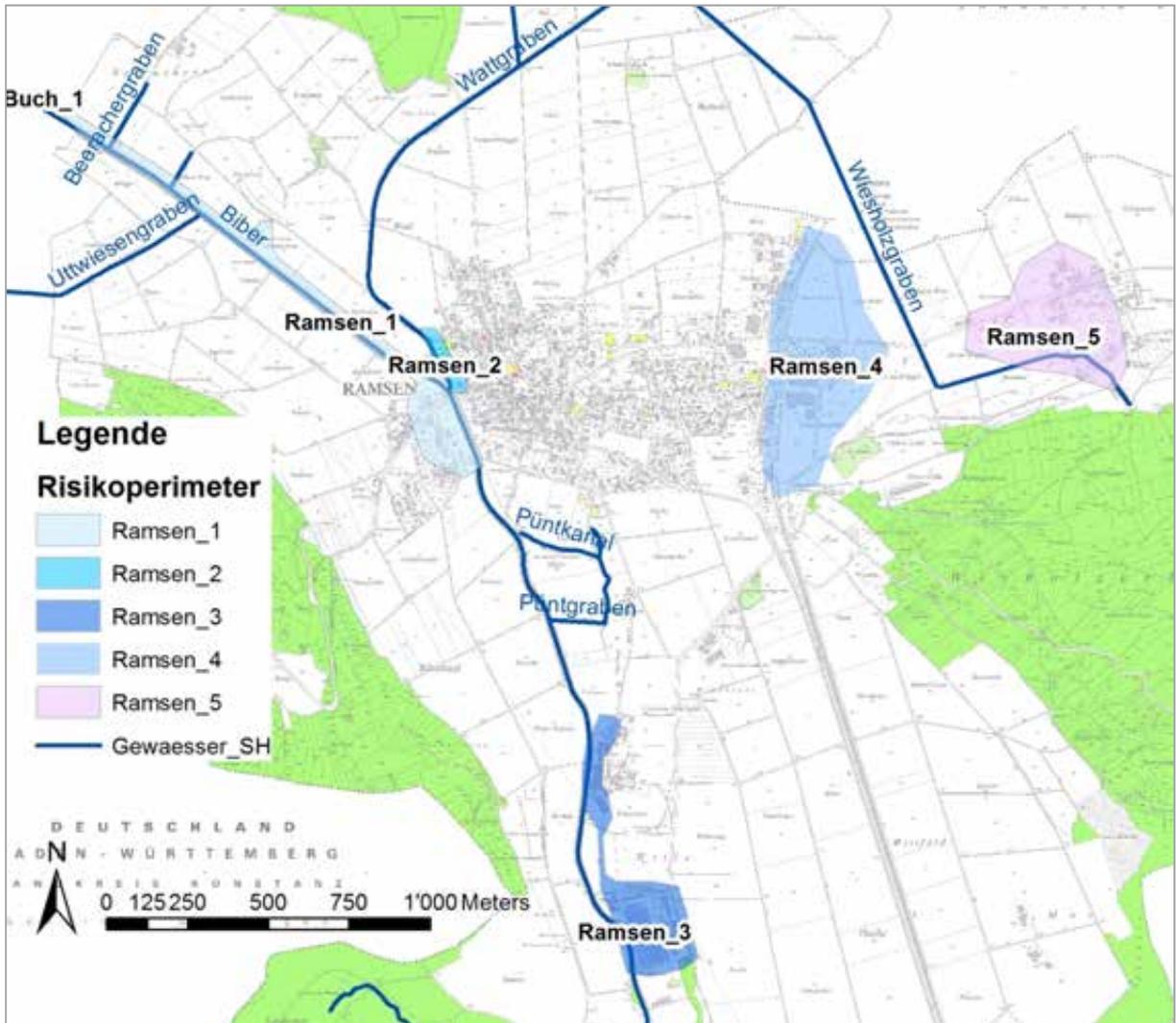


Abbildung 8: Übersichtsplan Ramsen und Darstellung der fünf Risiko-Perimeter.

Das gesamte Hochwasserrisiko in der Gemeinde Ramsen beträgt CHF 6'714 pro Jahr. Am stärksten tragen das 30-jährliche Szenario des Risiko-Perimeters 1 und das 300-jährliche Szenario des Risiko-Perimeters 5 zum gesamten Hochwasserrisiko bei (vgl. Abbildung 9). Die Gebäuderisiken sowie die Fahrhabe- und Betriebsunterbruch-Risiken betragen je ca. CHF 3'000 pro Jahr, wobei lediglich die Risiko-Perimeter 1, 3 und 5 dazu beitragen. In den Risiko-Perimetern 2 und 4 sind keine Gebäude gefährdet. In den Risiko-Perimetern 2 und 3 sind praktisch keine Schäden zu erwarten. Auch ist mit Schäden an Verkehrswegen kaum zu rechnen (vgl. Abbildung 10).

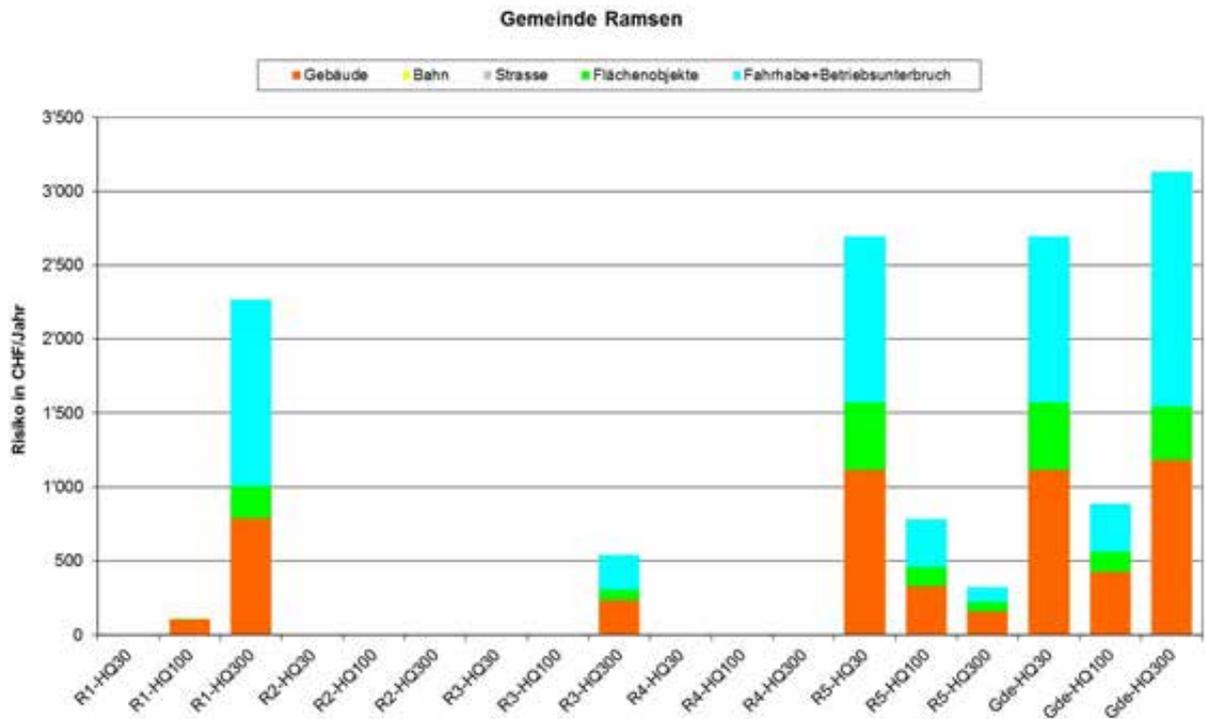


Abbildung 9: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Ramsen

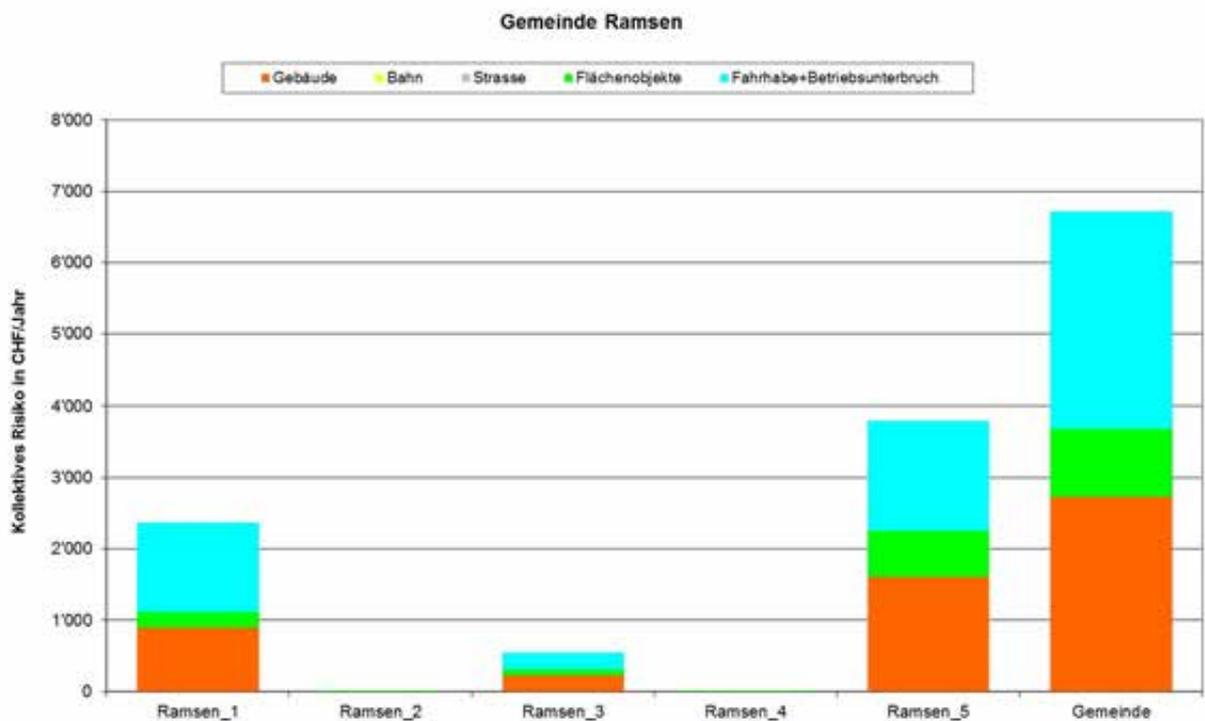


Abbildung 10: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Ramsen

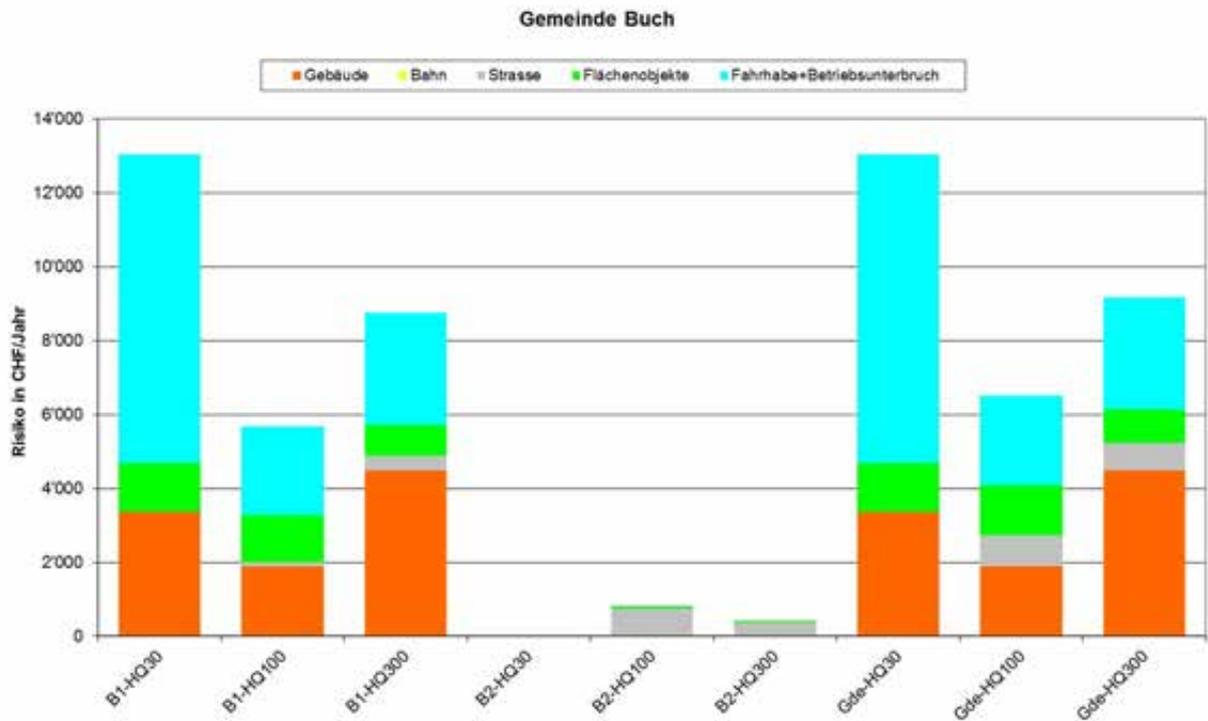


Abbildung 12: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Buch

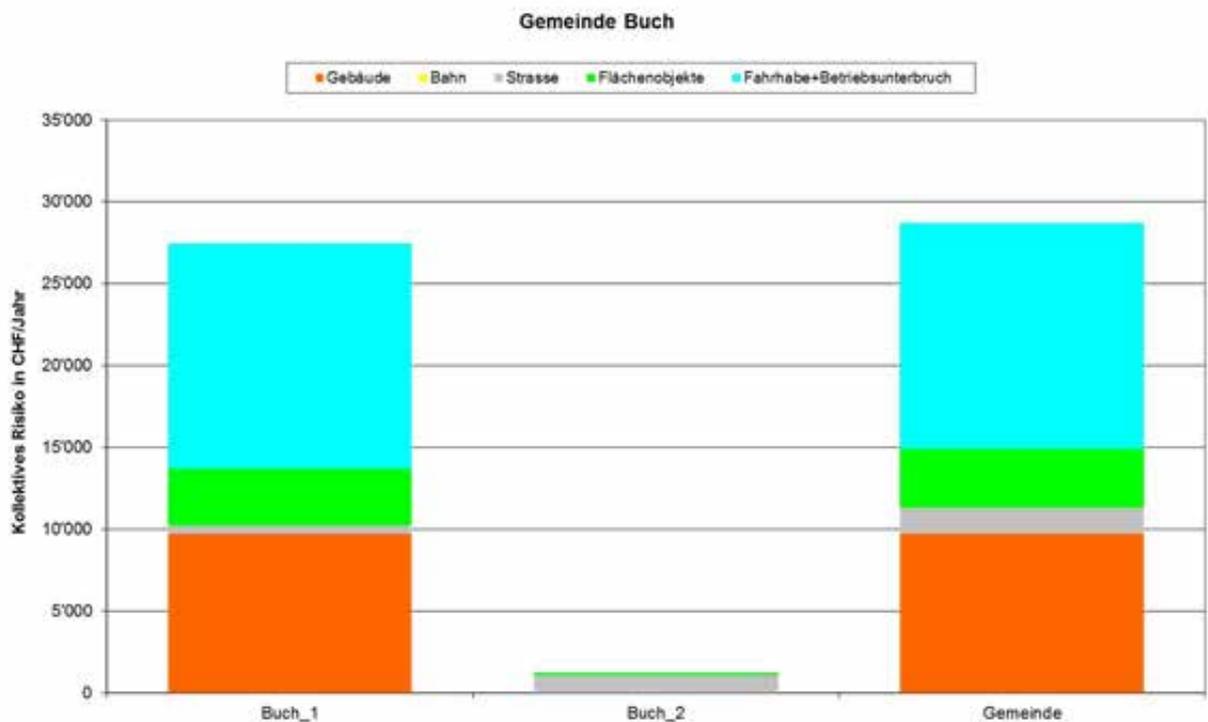


Abbildung 13: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb der Risiko-Perimeter und der gesamten Gemeinde Buch

3.7 Dörflingen

In der Gemeinde Dörflingen wurde aufgrund des potenziellen Überschwemmungsgebietes des Gailingerbaches ein Risiko-Perimeter ausgeschieden. Die Gefährdungsflächen des Rheins wurden nicht untersucht (vgl. „Untersuchte Gewässer“, S. 2).

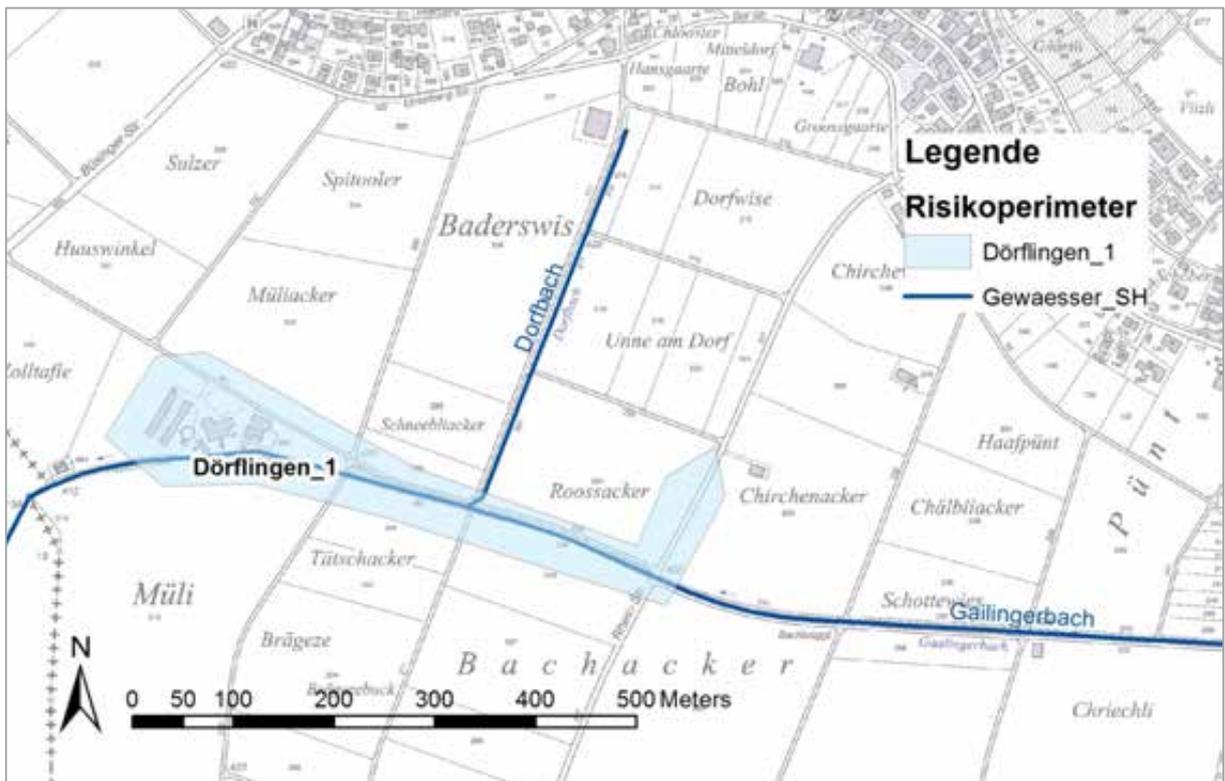


Abbildung 14: Übersichtsplan Dörflingen und Darstellung des Risiko-Perimeters.

Mit gut CHF 3'700 pro Jahr ist das gesamte Hochwasserrisiko (exkl. Rhein) in der Gemeinde Dörflingen verhältnismässig gering. Aus diesem Grund wurden für die Gemeinde Dörflingen, keine baulichen Hochwasserschutzmassnahmen, wie sie in Kapitel 4 aufgeführt sind, entwickelt.

Das Hochwasserrisiko in Dörflingen wird mit rund CHF 2'500 pro Jahr stark durch das 30-jährliche Szenario bestimmt (vgl. Abbildung 15).

Der Anteil der Gebäuderisiken am gesamten Hochwasserrisiko ist mit gut 30% verhältnismässig gering und nur leicht grösser als der Anteil der Flächenobjekte. Die Risiken infolge Fahrhabeschäden und Betriebsunterbrüchen machen knapp 40% der gesamten Hochwasserrisiken aus (vgl. Abbildung 16).

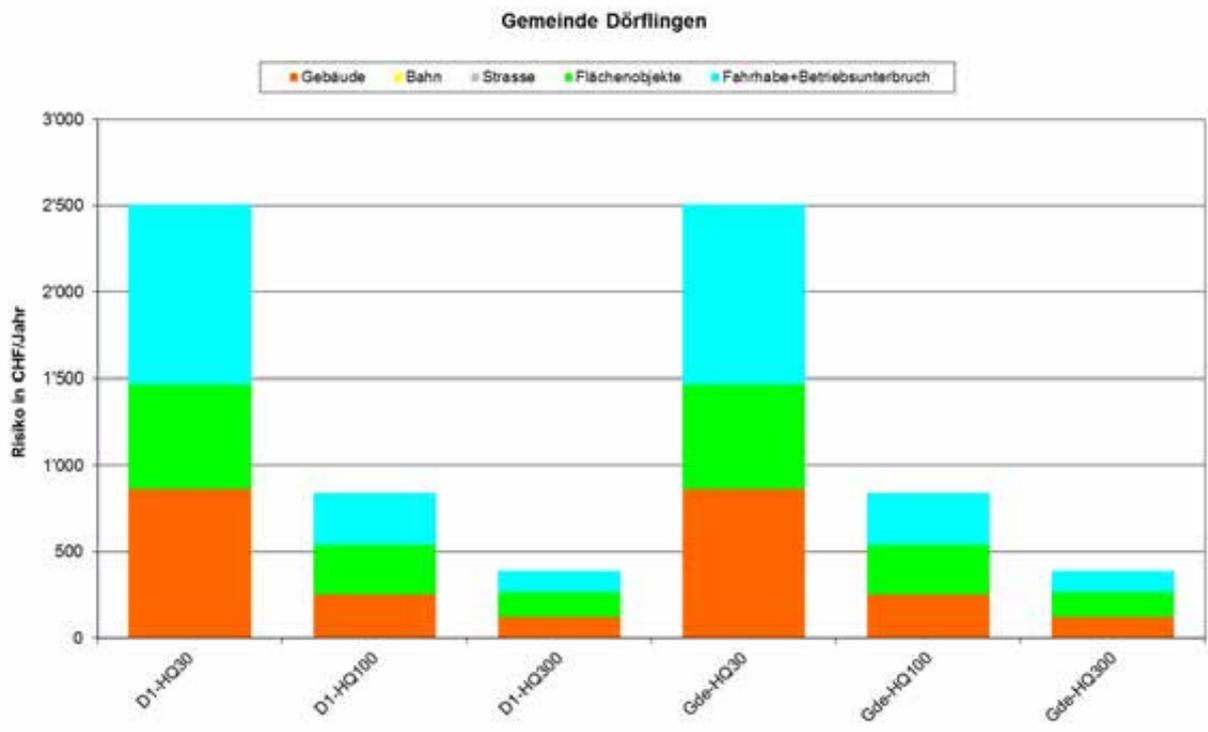


Abbildung 15: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb des Risiko-Perimeters und der gesamten Gemeinde Dörflingen

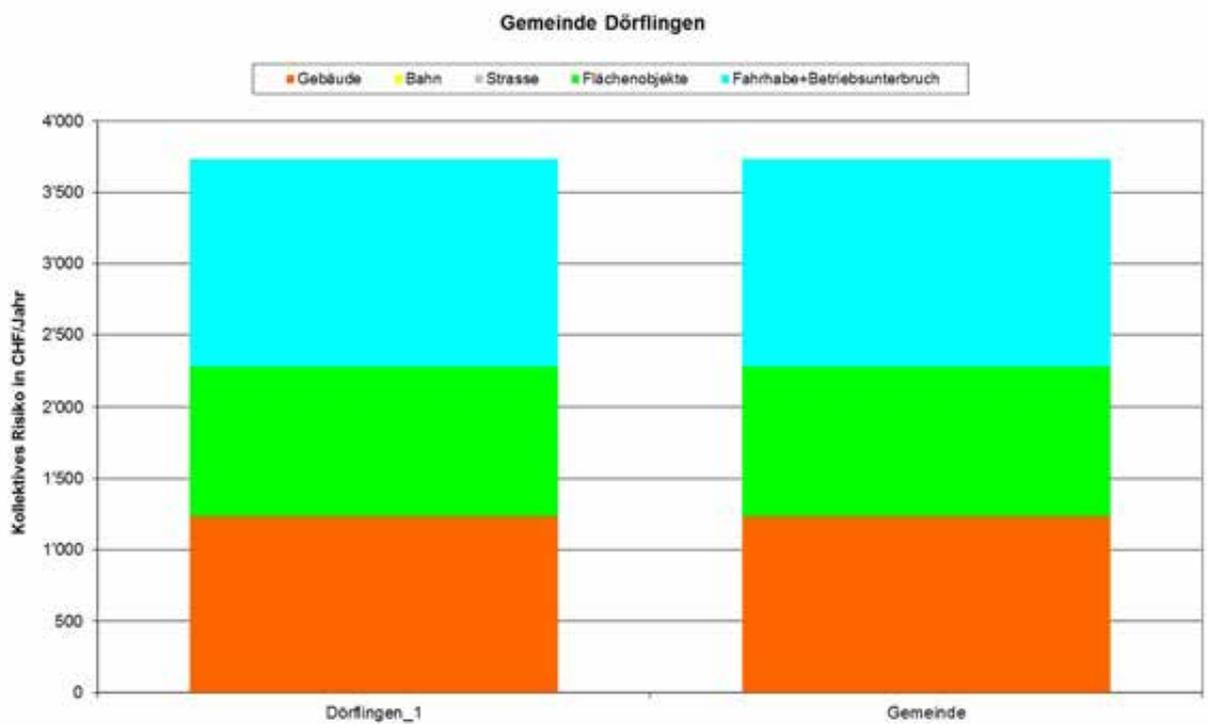


Abbildung 16: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb des Risiko-Perimeters und der gesamten Gemeinde Dörflingen

3.8 Hemishofen

In der Gemeinde Hemishofen wurde aufgrund des potenziellen Überschwemmungsgebietes des Hemishoferbaches ein Risiko-Perimeter ausgeschieden. Die Gefährdungsfächen des Rheins wurden nicht untersucht (vgl. „Untersuchte Gewässer“, S. 2).

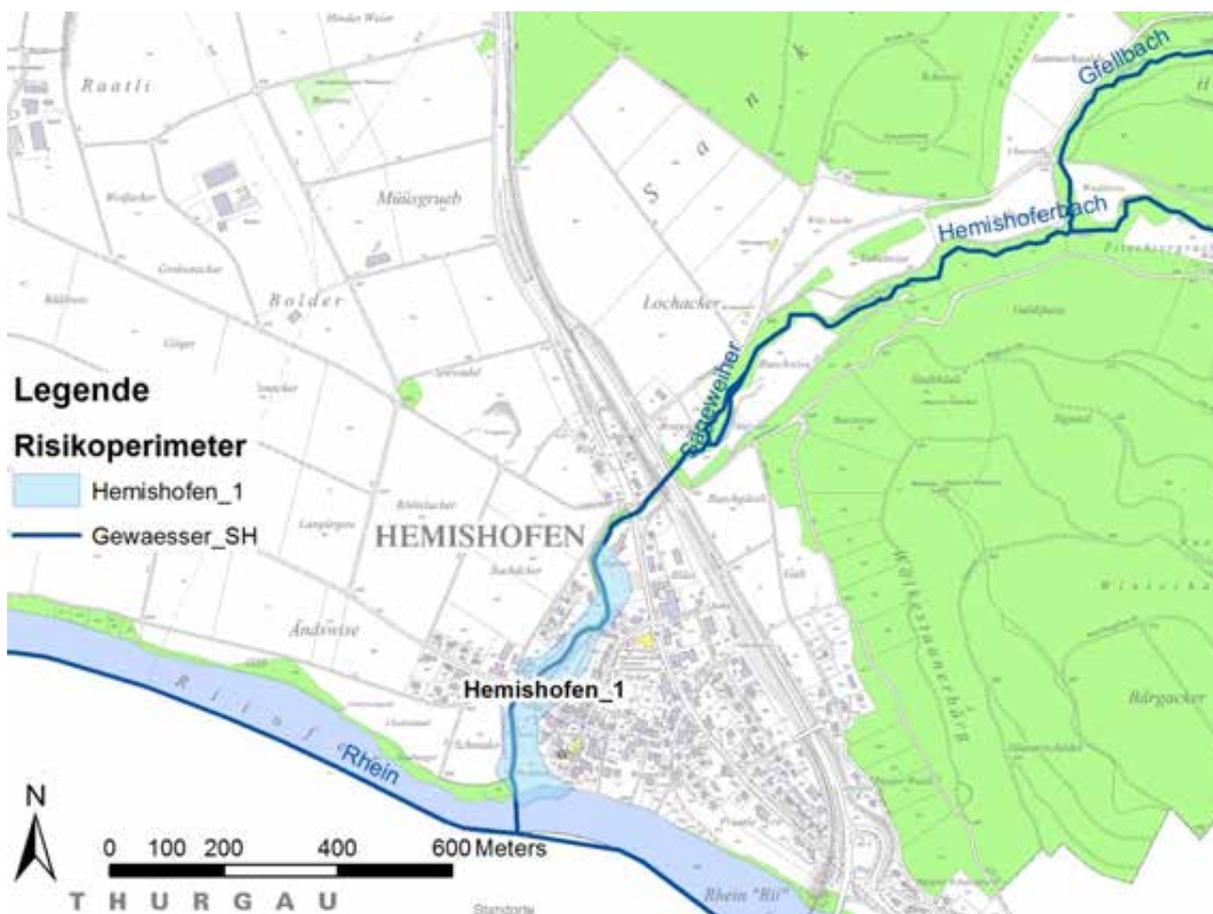


Abbildung 17: Übersichtsplan Hemishofen und Darstellung des Risiko-Perimeters.

Mit CHF 500 pro Jahr ist das gesamte Hochwasserrisiko (exkl. Rhein) in der Gemeinde Hemishofen sehr gering. Aus diesem Grund wurden für die Gemeinde Hemishofen keine baulichen Hochwasserschutzmassnahmen, wie sie in Kapitel 4 aufgeführt sind, entwickelt.

Aus Abbildung 18 ist ersichtlich, dass erst ab dem 100-jährlichen Ereignis Schäden zu erwarten sind, wobei beim HQ100 potenziell ein Gebäude, beim HQ300 drei Gebäude betroffen sind.

Der Anteil der Gebäuderisiken am gesamten Hochwasserrisiko beträgt gemäss Abbildung 19 etwa 50%, derjenige der Fahrhabe- und Betriebsunterbruch-Risiken 40%. Der Rest ergibt sich aus den Schäden an Flächenobjekten. Schäden an Verkehrswegen sind nicht zu erwarten.

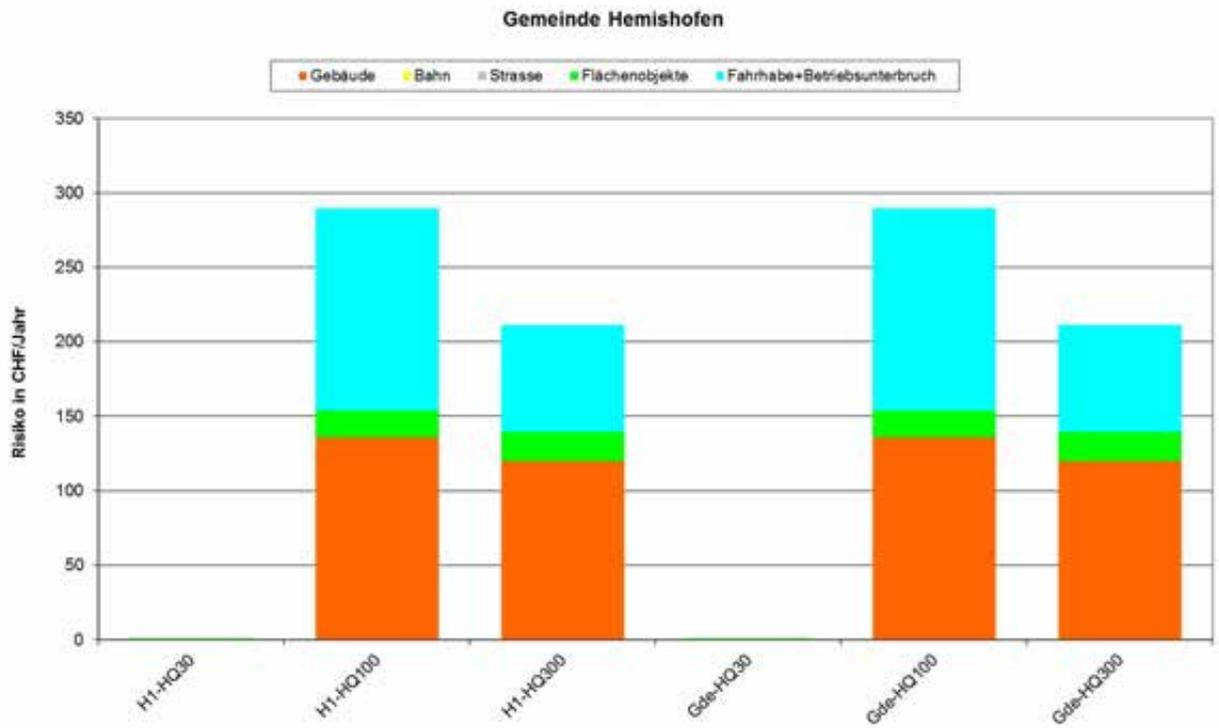


Abbildung 18: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario innerhalb des Risiko-Perimeters und der gesamten Gemeinde Hemishofen

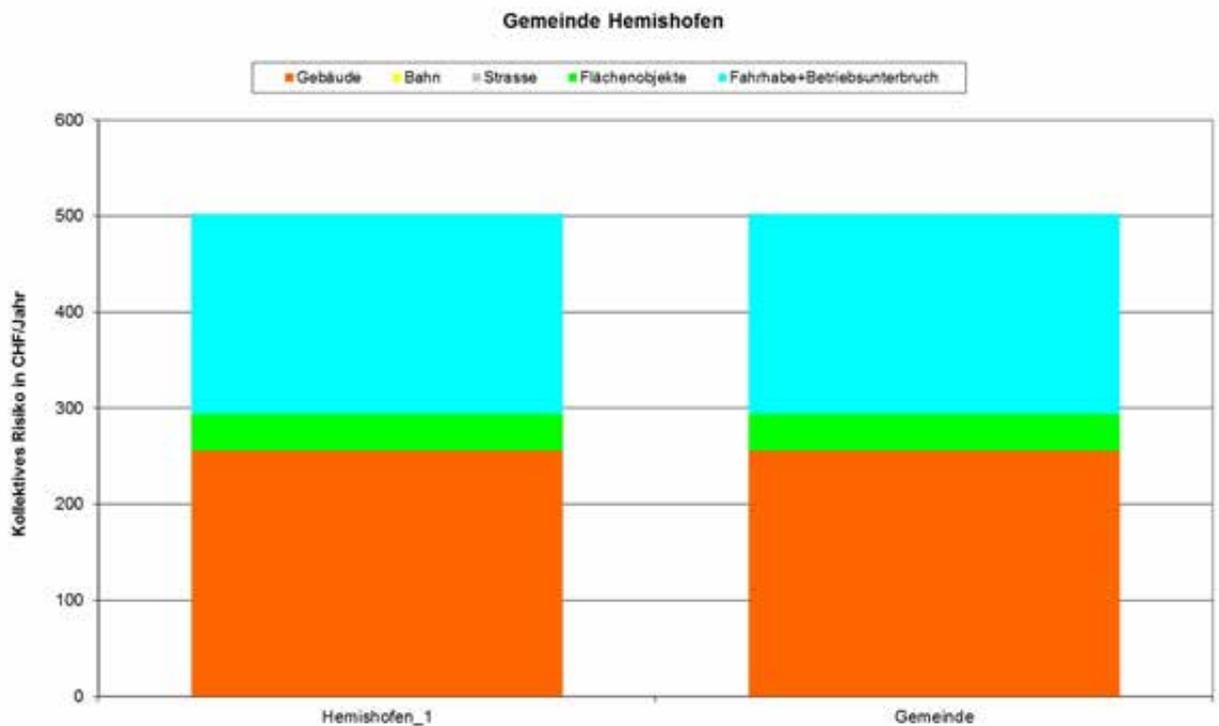


Abbildung 19: Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien innerhalb des Risiko-Perimeters und der gesamten Gemeinde Hemishofen

3.9 Alle Gemeinden

Das gesamte kollektive Hochwasserrisiko in allen sechs Gemeinden liegt bei CHF 1.14 Mio. pro Jahr, wobei die Stadt Stein am Rhein allein CHF 0.93 Mio. pro Jahr dazu beiträgt, was gut 80% entspricht.

Thayngen weist mit rund CHF 175'000 pro Jahr den zweit höchsten Anteil (ca. 15%) am gesamten Hochwasserrisiko der sechs Gemeinden auf. Die Gemeinde Buch trägt mit gut CHF 28'000 pro Jahr noch knapp 3% zum gesamten Hochwasserrisiko bei. Die jährlich erwarteten Hochwasserschäden in den Gemeinden Ramsen, Dörflingen und Hemishofen liegen im Bereich von CHF 500 bis knapp CHF 7'000 und sind im Vergleich zu den oben genannten Gemeinden gering.

In Abbildung 20 fällt auf, dass das 30-jährliche Szenario massgeblich das gesamte Hochwasserrisiko bestimmt und sich zum Grossteil aufgrund von Fahrhabeschäden und Betriebsunterbrüchen ergibt. Dies ist wiederum auf den Risiko-Perimeter 4 in Stein am Rhein zurückzuführen, der aufgrund seiner sehr hohen Risiken im Bereich „Fahrhabe und Betriebsunterbruch“ sämtliche Risiken der übrigen Risiko-Perimeter überlagert.

Daher ist in Abbildung 21 zusätzlich das gesamte kollektive Hochwasserrisiko pro Szenario über alle Gemeinde ohne den Risiko-Perimeter 4 in Stein am Rhein dargestellt. Es ist zu erkennen, dass das 300-jährliche Szenario massgeblich zum gesamten Hochwasserrisiko beiträgt. Es ist weiter ersichtlich, dass bei allen Szenarien sowohl Schäden an Gebäuden und Fahrhabe inkl. Betriebsunterbruch als auch Schäden an der Bahn- und Strasseninfrastruktur sowie den Flächenobjekten zu erwarten sind.

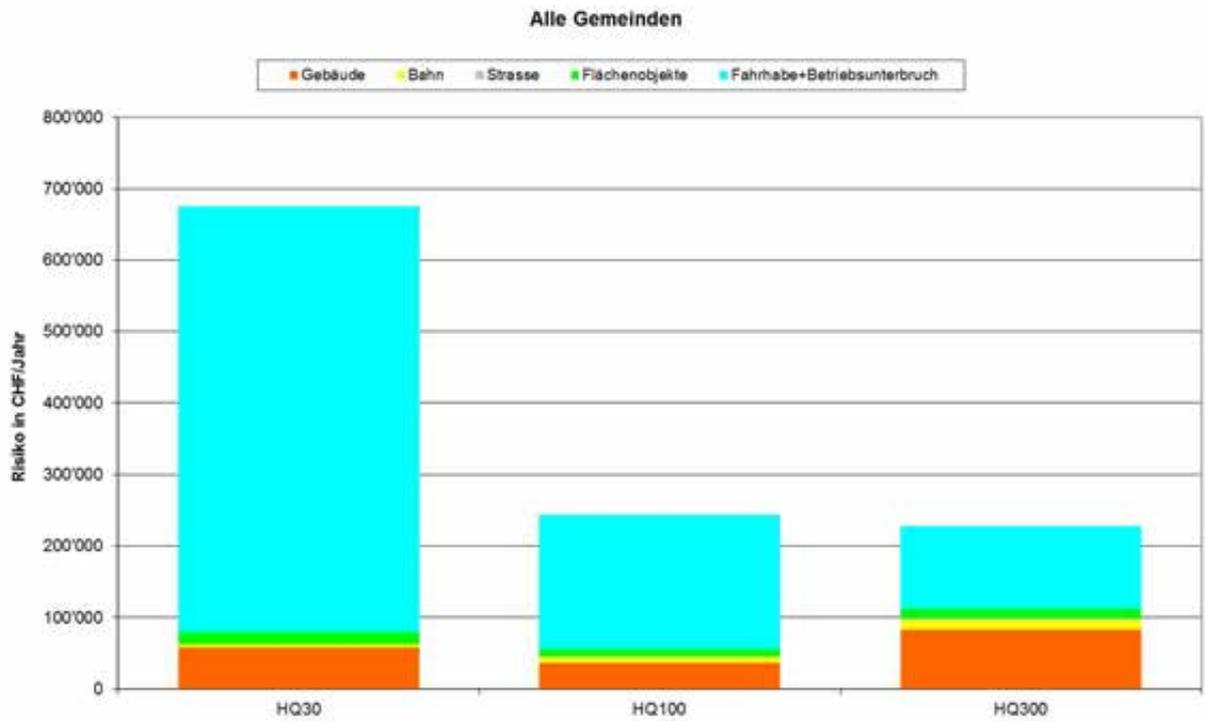


Abbildung 20: Gesamtes kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario über alle Gemeinden.

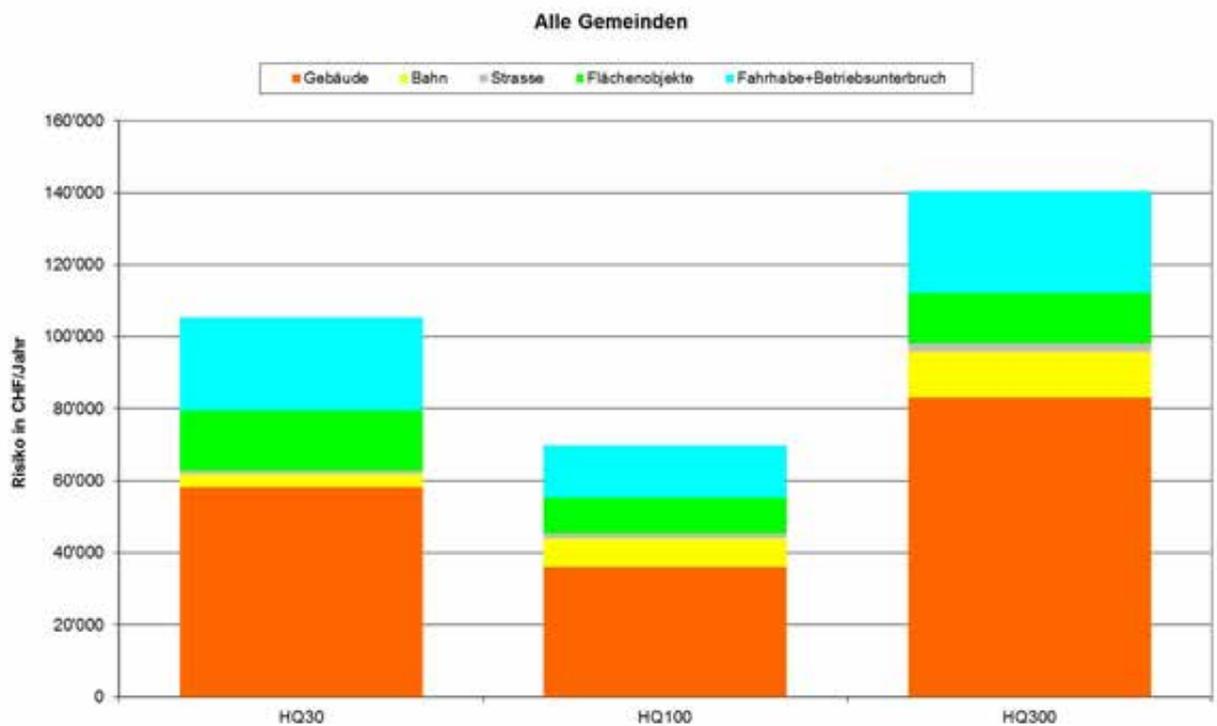


Abbildung 21: Gesamtes kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] pro Szenario über alle Gemeinden ohne den Risiko-Perimeter 4 in Stein am Rhein.

Abbildung 22 zeigt das gesamte kollektive Hochwasserrisiko (Summe der Hochwasserrisiken HQ30, HQ100 und HQ300) über die sechs Gemeinden sowie die Verteilung der betrachteten Risiken nach den Objektkategorien. Es ist ersichtlich, dass die Risiken aufgrund von Fahrhabe-schäden und Betriebsunterbrüchen knapp 80% und die Gebäuderisiken gut 15% des gesamten Hochwasserrisikos ausmachen. Die restlichen 5% ergeben sich aus Schäden an Flächenobjekten, an der Bahninfrastruktur und marginal an der Strasseninfrastruktur.

In Abbildung 23 ist wiederum das gesamte kollektive Hochwasserrisiko ohne den Risiko-Perimeter 4 in Stein am Rhein dargestellt. Es fällt auf, dass ohne Berücksichtigung des Risiko-Perimeters 4 in Stein am Rhein, im Vergleich zur ersten und zweiten Studie, die Fahrhabe- und Betriebsunterbruch-Risiken mit gut 60% der Gebäuderisiken tiefer liegen (erste Studie ca. 90%, zweite Studie gut 70%). Weiter zeigt die Abbildung, dass der Anteil der Flächenobjekte am Gesamtrisiko im Vergleich zu den vorangehenden Studien mit 12% etwas höher liegt, was aufgrund der ländlichen Charakteristik des Untersuchungsperimeters der dritten Teilstudie plausibel erscheint.

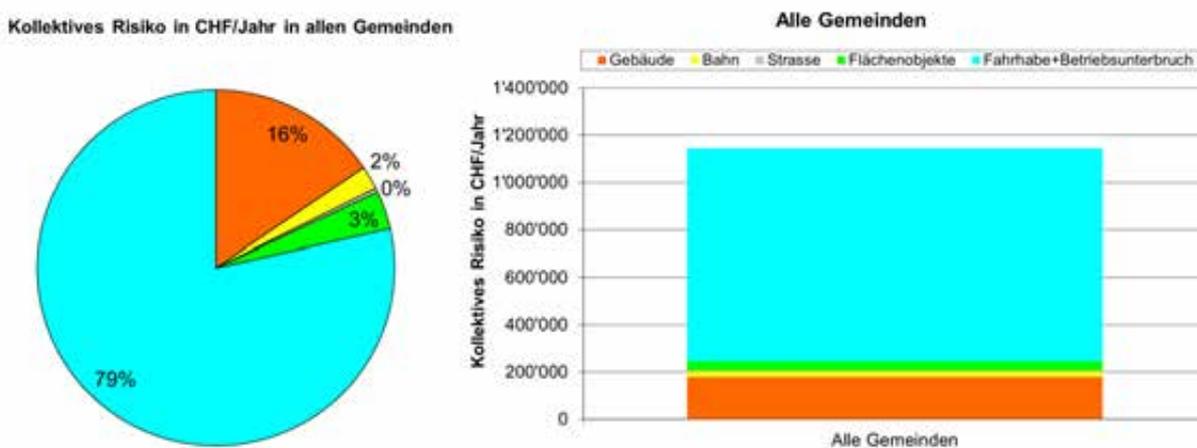
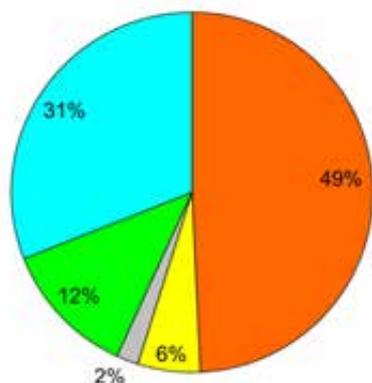


Abbildung 22: Gesamtes kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien und prozentuale Verteilung des Hochwasserrisikos für alle Gemeinden zusammen.

Kollektives Risiko in CHF/Jahr in allen Gemeinden



Alle Gemeinden



Abbildung 23: Gesamtes kollektives Hochwasserrisiko [CHF/Jahr] über alle Szenarien und prozentuale Verteilung des Hochwasserrisikos für alle Gemeinden zusammen ohne Berücksichtigung des Risiko-Perimeters 4 in Stein am Rhein.

3.10 Plausibilisierung der Ergebnisse

Die Ermittlung der Hochwasserrisiken in den fünf Gemeinden und der Stadt Stein am Rhein basiert auf dem anerkannten Vorgehen und den Basiswerten gemäss des Leitfadens „Risikokonzept für Naturgefahren“ (PLANAT 2009) und EconoMe 2.0 (2010). Sowohl die Risiken infolge von Schäden an Gebäuden, der Bahn- und Strasseninfrastruktur und den Flächenobjekten als auch die Ermittlung der Risiken infolge Fahrhabeschäden und Betriebsunterbruch basieren auf diesem Vorgehen.

Die Risikoanalyse ist mit Unsicherheiten, insbesondere auch im Bereich der verwendeten Schadenempfindlichkeit der Objekte, behaftet. Die in diesem Projekt berechneten Hochwasserrisiken haben jedoch zum Ziel, eine Übersicht über die Hochwasserrisiken in den Gemeinden zu geben und den prioritären Handlungsbedarf bezüglich der Hochwasserschwachstellen aufzuzeigen, was mit den bestehenden Unsicherheiten trotzdem erreicht werden kann.

Im Rahmen einer weiterführenden Massnahmenplanung mit einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse müssten diese Risiken jedoch nochmals vertieft untersucht werden. Insbesondere die Intensität gemäss den Intensitätskarten sowie die Schadenempfindlichkeiten der Objekte beeinflussen das Risiko stark. Die Intensitäten müssten vor Ort objektspezifisch beurteilt werden. Die Schadenempfindlichkeitswerte müssten vertieft abgeklärt werden, indem Schadendaten der Versicherungen bezüglich der Gebäude- und Fahrhabeschäden statistisch und ortsspezifisch ausgewertet

werden. Ein weiterer Aspekt, den es bei den weiterführenden Planungen zu berücksichtigen gilt, ist das Einbeziehen der Auswirkungen des Extremhochwassers (EHQ), da dieses das Hochwasserrisiko massgebend mitbestimmen kann.

Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass die Stadt Stein am Rhein (Risiko-Perimeter 4) das grösste Hochwasserrisiko pro Jahr aufweist. Der jährliche Schadenerwartungswert von gut CHF 600'000 pro Jahr für Stein am Rhein beim Szenario HQ30 entspricht einem Schaden von über CHF 26 Mio.¹¹. Als Vergleich richtete das Hochwasserereignis vom 10. Oktober 2011 in den Kantonen Bern, Wallis und Glarus Schäden, v.a. an Gebäuden, Verkehrswegen und Bachläufen, von rund CHF 85 Mio. an. Wie bereits in der zweiten Studie zur Plausibilisierung der Ergebnisse erwähnt, erlitt die Gemeinde Emmen (mit dem grossen Industriegebiet in Emmenbrücke) beim Hochwasser 2005 Hochwasserschäden von rund CHF 180 Mio. und das Mattequartier in Bern Schäden im Bereich von CHF 50 Mio. Diese Vergleiche zeigen grob, dass der für die Stadt Stein am Rhein berechnete Schadenerwartungswert als plausibel beurteilt werden kann.

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

¹¹ Abschätzung unter Berücksichtigung der Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0.0233 beim 30-jährlichen Szenario gemäss Leitfaden Risikokzept (PLANAT 2009).

4 Bauliche Hochwasserschutzmassnahmen

4.1 Ziele

Ziel dieser Studie ist es, für die sechs mit dem Auftraggeber bestimmten Gemeinden einfache, möglichst kosten-wirksame, bauliche Hochwasserschutzmassnahmen. Darunter werden Massnahmen verstanden, die 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.

Im Rahmen dieser Studie wurden die vorgeschlagenen Massnahmen grob dimensioniert und auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Wo mehrere Massnahmen denkbar waren, wurden alle Varianten „angedacht“ und die 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 einfache bauliche Hochwasserschutzmassnahmen eignen. Diese sind in Tabelle 4 zusammengetragen.

Gemeinde	Bach	Schwachstelle
Thayngen	Drachengraben (Drachenbrunnen)	QP302 ab HQ30
	Buechetellengraben	QP158 ab HQ100 ¹⁾
	Biber	QP148 inkl. ober-/unterhalb angrenzender Abschnitt ab HQ30
Thayngen, Ortsteil Bibern	Telengraben	QP301 ab HQ30
Thayngen, Ortsteil Hofen	Altdorferbach	QP314 (offener Abschnitt entlang Sportplatz) ab HQ30, QP129 ab HQ100, QP128 ab EHQ
Thayngen, Ortsteil Altdorf	Wäschbach	QP122 ab HQ30
	Hegibach	QP157 ab HQ100
	Altdorferbach	QP604 ab HQ100
Thayngen, Ortsteile Barzheim und Opfertshofen	Keine Gefährdungen durch Fliessgewässer (vgl. Kap. 1, Untersuchungsperimeter)	
Stein am Rhein ¹²⁾	Oberer Müliweiher	QP613 ab HQ30, Dammstabilität
	Mülibach	QP615, QP621, QP627 und QP628 ab HQ30
	Fortebach	QP414 und 162 ab HQ100
Ramsen	Wiesholzgraben	QP612 und QP408 ab HQ30
	Biber	QP618 inkl. unterhalb angrenzender Abschnitt ab HQ100
Buch	Biber	QP710 - QP712, QP707 und QP708 (ganzer Abschnitt oberhalb Brücke) ab HQ30
Hemishofen	Keine Feldbegehungen (vgl. Kap. 1, Untersuchungsperimeter)	
Dörflingen	Keine Feldbegehungen (vgl. Kap. 1, Untersuchungsperimeter)	

Tabelle 4 Übersicht über Bäche und Schwachstellen, beurteilt bei den Feldbegehungen.

12) Eine grosse Schadenerwartung in der Stadt Stein am Rhein stammt vom Mülibach. Die Schwachstellen, welche die Gefährdungsflächen verursachen, liegen jedoch in der Gemeinde Wagenhausen im Kanton Thurgau. Momentan sind wasserbauliche Massnahmen in Planung. Aus diesen Gründen wurde auf eine Feldbegehung am Mülibach verzichtet.

Im Rahmen von Feldbegehungen wurde zusammen mit dem Auftraggeber und Gemeindevetretern für jede dieser Schwachstellen die lokale Situation begutachtet sowie die aktuelle Gefahrensituation diskutiert. Mögliche Massnahmenoptionen und deren Schutzwirkung wurden angesprochen und überprüft. Eine detaillierte Übersicht der Massnahmenoptionen sowie die Einschätzung ihrer Eignung für die Weiterbearbeitung finden sich im Anhang A3.

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

Gemeinde	Bach	Schwachstelle
Thayngen	Drachengraben (Drachenbrunnen)	QP302
Thayngen, Ortsteil Bibern	Telengraben	QP301
Thayngen, Ortsteil Hofen	Altdorferbach	QP314 (offener Abschnitt)
Thayngen, Ortsteil Altdorf	Wäschbach	QP122
Stein am Rhein	Mülibach	QP615, QP621, QP627 und QP628
Ramsen	Wiesholzgraben	QP612
Buch	Biber	QP710 - QP712, QP707 und QP708 (ganzer Abschnitt oberhalb Brücke)

Tabelle 5: Auswahl Bäche und Schwachstellen für die Ausarbeitung von Massnahmen

Für diese Bäche und Schwachstellen wurden einfache, möglichst kostenwirksame Massnahmen entwickelt. Dabei wurden eigene Vorschläge entwickelt wie auch die Massnahmenvorschläge aus der Gefahrenkarte gesichtet und beurteilt. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die "Auslöser" gerichtet (Kapazitätsengpässe, Verklausungen durch Schwemmh Holz oder Geschiebe, etc.).

In den folgenden Kapiteln werden die Massnahmen beschrieben, welche für jede Gemeinde im Detail entwickelt wurden.

4.3 Thayngen

4.3.1 Ortsteil Thayngen – Drachengraben (Drachenbrunnen)

Ausgangslage

Der Drachengraben oder Drachenbrunnen verläuft über einen längeren Abschnitt durch Waldgebiet und wird ab dem Eintreten in die landwirtschaftliche Fläche eingedolt der Biber zugeführt (Kreisprofil QP302). Die Kapazität der Eindolung ist genügend gross, um ein HQ300 abzuleiten (Angabe Gefahrenkarte). Das Einzugsgebiet weist jedoch ein sehr grosses Schwemmh Holzpotenzial auf. Die Abmessungen und die Ausgestaltung der zwei vor der Eindolung angebrachten Rechen (Abbildung 25) sind jedoch ungünstig und schützen den Einlauf nur sehr unzureichend vor Verklausung. Daher ist schon ab einem HQ30 mit einer teilweisen Verlegung des Einlaufs und mit Ausuferungen zu rechnen. Für ein HQ100 weist die Gefahrenkarte eine vollständige Verklausung aus.

Bei HQ30 ist die überflutete Fläche sehr gering (daher in der Gefahrenkarte nicht kartiert). Ab HQ100 fliesst das ausgeuferte Wasser über die Reiatstrasse zu einem grösseren Gebäude (Wohnen/Gewerbe) und über einen Parkplatz in Richtung Biber (Abbildung 24).

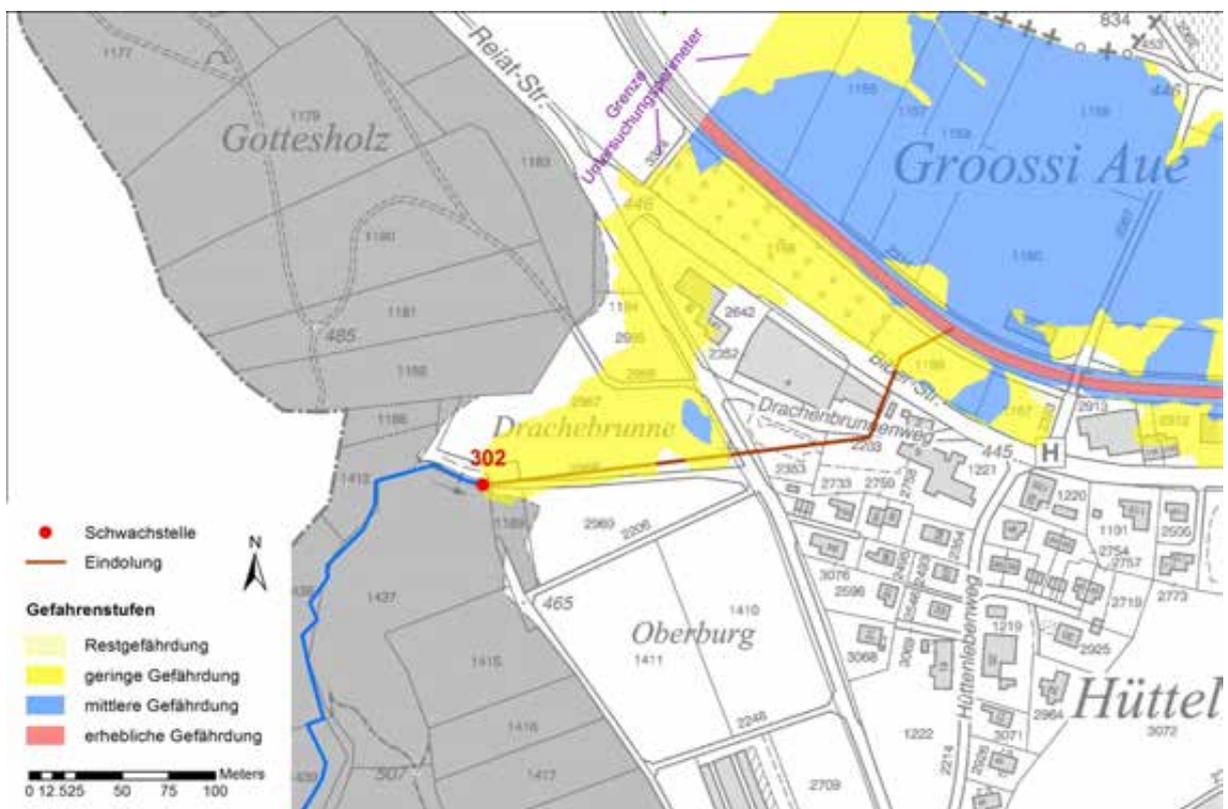


Abbildung 24 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Thayngen, Drachengraben



Abbildung 25 Schwachstelle Drachengraben QP302, Eindolung; Bestehende Rechen vor der Eindolung:

Links Grobrechen, ca. 10 m oberhalb des Einlaufs
rechts Grob- und Feinrechen direkt vor dem Einlauf.

Massnahmenvarianten

Folgende Massnahmen wurden geprüft und bezüglich ihrer Effizienz beurteilt:

Variante 1: Leitdamm entlang Reiat-Strasse

Das Wasser, das im Falle einer Verklausung des Eindolungseinlaufs über das Feld Richtung Reiat- und Biberstrasse zur Biber läuft, soll mit Hilfe eines Leitdamms entlang der Reiatstrasse abgelenkt und möglichst schadlos über das Landwirtschaftsland sowie den Parkplatz bei der Strassenkreuzung abgeleitet werden. Dadurch wird das Gebäude auf Grundbuchparzelle 2642 vor Überschwemmung geschützt.

Der Leitdamm kann, mit vergleichbarer Schutzwirkung, auf beiden Seiten entlang der Reiat-Strasse realisiert werden. Auf der östlichen Strassenseite ist die Strassenparzelle knapp genügend breit für die Errichtung eines kleinen Damms. Das angrenzende Privatgrundstück wird dadurch nur unwesentlich tangiert. Auf der westlichen Strassenseite hingegen wird ein Streifen des angrenzenden Grundstücks (Landwirtschaftsland) benötigt. Durch den Damm wird dessen Bewirtschaftbarkeit erschwert. Bei beiden Varianten ist sicherzustellen, dass die Strassenentwässerung (Versickerung über die Schulter) weiterhin funktioniert.

Variante 2: Optimierter Schwemmholzurückhalt vor Eindolung

Der bestehende Einlaufrechen am Eindolungsbauwerk ist ungünstig konstruiert und ist aufgrund seines kleinen Stababstandes (Feinrechen) sehr verklausungsanfällig. Mit einem optimierten Rechen bzw. einer günstigen Kombination von Einlaufrechen und vorgeschaltetem Rückhalt für Schwemmholz grösserer Abmessungen könnte eine Verklausung des Eindolungseinlaufes und somit eine Ausuferung des Baches weitgehend verhindert werden.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Prioritär ist durch einen **3-stufigen Schwemmholzrückhalt** das Risiko einer Verklausung zu minimieren:

- Der bestehende Grobrechen ca. 10 m oberhalb des Einlaufs wird unverändert belassen.
- Der bestehende, gröbere Einlaufrechen ist mit einem Abstand von 12-15 cm am Einlaufbauwerk zu montieren. So kann er auch bei Verstopfung mit Kleinmaterial über- oder unterströmt werden. Es ist auf einen ausreichend grossen vertikalen Abstand (ca. 30 cm) zwischen Oberkante Rechen und Oberkante des Einlaufbauwerks zu achten.
- Dem Einlaufrechen wird ein Steinschlagnetz vorgeschaltet, welches Schwemmholz mit grösseren Abmessungen zurückhält. Das Netz hat den Vorteil, dass es aufgrund seiner Grösse, seiner weiten Öffnungen sowie seiner Flexibilität selbst bei einer Verklausung Wasser durchlässt. Das Netz wird am bestehenden Einlaufbauwerk aus Beton befestigt (Abbildung 26). Das in einem Winkel errichtete Einlaufbauwerk eignet sich dazu hervorragend. Die unteren Befestigungspunkte sind mit Ösen zu versehen. Zur Reinigung kann das Netz dort gelöst und mit einem Bagger hochgezogen werden.



Abbildung 26 Optimierter Einlaufrechen mit vorgeschaltetem Schwemmholzrechen

Selbst optimal dimensionierte Schwemmholzrückhalte-Systeme sind relativ versagensanfällig, d.h. garantieren keinen 100%-igen Schutz. Daher könnte zur weiteren Risikominimierung als zweite Massnahme ein niedriger **Leitdamm entlang der Reiatstrasse** erstellt werden. Dieser würde im Fall eines Versagens des 3-stufigen Schwemmholzrückhaltes das ausgeuferte Wasser schadlos zur Biber hin ableiten. Hydraulische Berechnungen zeigen, dass dieser Leitdamm lediglich 50 cm hoch sein muss (ab Fahrbahnoberfläche), um ein HQ300 ableiten zu können (Simulation mit Hilfe des Überflutungsmodells FloodArea, Abbildung 28). Detaillierte Höhenaufnahmen müssen aufzeigen, welche Strassenseite für den Damm zu bevorzugen ist.



Abbildung 27 Ergänzende Massnahme: Leitdamm entlang der Reiatstrasse.



Abbildung 28 Durch den Drachengraben überflutete Fläche bei Realisierung eines Leitdamms entlang der Reiatstrasse (grün, HQ300), im Vergleich mit der Gefahrenkarte.

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die Massnahme „3-stufiger Schwemmholzrückhalt“ schätzen wir auf CHF 10'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf rund CHF 1'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Die Betriebskosten (Räumung des Schwemmholzrechens nach Hochwasserereignissen) fallen bereits heute an und werden aus diesem Grund in der Kostenberechnung nicht berücksichtigt. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 1'400 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Erstellungskosten für die ergänzende Massnahme (Leitdamm entlang der Reiatstrasse) schätzen wir auf CHF 15'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 1'500 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Bei der Realisierung beider Massnahmen ist mit jährlichen Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 3'600 zu rechnen (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch die Massnahme „3-stufiger Schwemmholzrückhalt“ fallen die Gefährdungsflächen des Drachengrabens bei HQ30 und sowie HQ100 gänzlich weg. Für HQ300 wird angenommen, dass es trotz dem optimierten Rückhaltesystem noch zu einem Wasseraustritt infolge Verklauung

kommen kann. Das jährliche Hochwasserrisiko wird durch diese Massnahme um rund CHF 1'250 verringert.

Bei einer Kombination des 3-stufigen Schwemholzrückhalts mit einem Leitdamm entlang der Reiatstrasse wird das jährliche Hochwasserrisiko um rund CHF 1'600 verringert (zusätzlich Schutz des Gebäudes).

Die Kosten-Wirksamkeit (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit für den Fall, dass nur der 3-stufige Schwemholzrückhalt realisiert wird, ungefähr neutral. Hier lohnt es sich, die Kosten detaillierter abzuschätzen (Einholung von Offerten).

Für den Fall, dass beide Massnahmen (3-stufiger Schwemholzrückhalt, Leitdamm) erstellt werden, ist die Kosten-Wirksamkeit ungünstig.

4.3.2 Ortsteil Bibern - Telengraben

Ausgangslage

Der Telengraben mündet am Rand des Siedlungsgebietes in eine Eindolung (Kreisprofil QP301, Abbildung 30, links). Die Kapazität dieser Eindolung ist genügend gross für ein HQ30. Material aus dem ca. 100 m langen, oberhalb liegenden stark bewachsenen Abschnitt (Abbildung 30, rechts) kann jedoch zu Verklausungen des Einlaufs führen, sodass bereits ab einem HQ30 mit Ausuferungen gerechnet werden muss.

Ab einem HQ100 ist die Kapazität der Eindolung nicht mehr ausreichend und das Wasser ufer auch ohne Verklausung des Einlaufs aus. Dabei fliesst das ausgetretene Wasser konzentriert über einen Fussweg hangabwärts (die im Bau befindliche Liegenschaft auf den Grundbuchparzellen 257/258 ist durch Höherlegung geschützt), um dann grossflächiger teils auf der Himmetwislistrasse und der Weinbergstrasse, teils durch zwei Grundstücke mit Einfamilienhäusern abzufließen (Abbildung 29). Unterhalb der Weinbergstrasse sind landwirtschaftliche Ökonomiegebäude betroffen (auf Gefahrenkarte nur z.T. ersichtlich, da zwei Gebäude ausserhalb des Untersuchungsperimeters liegen).

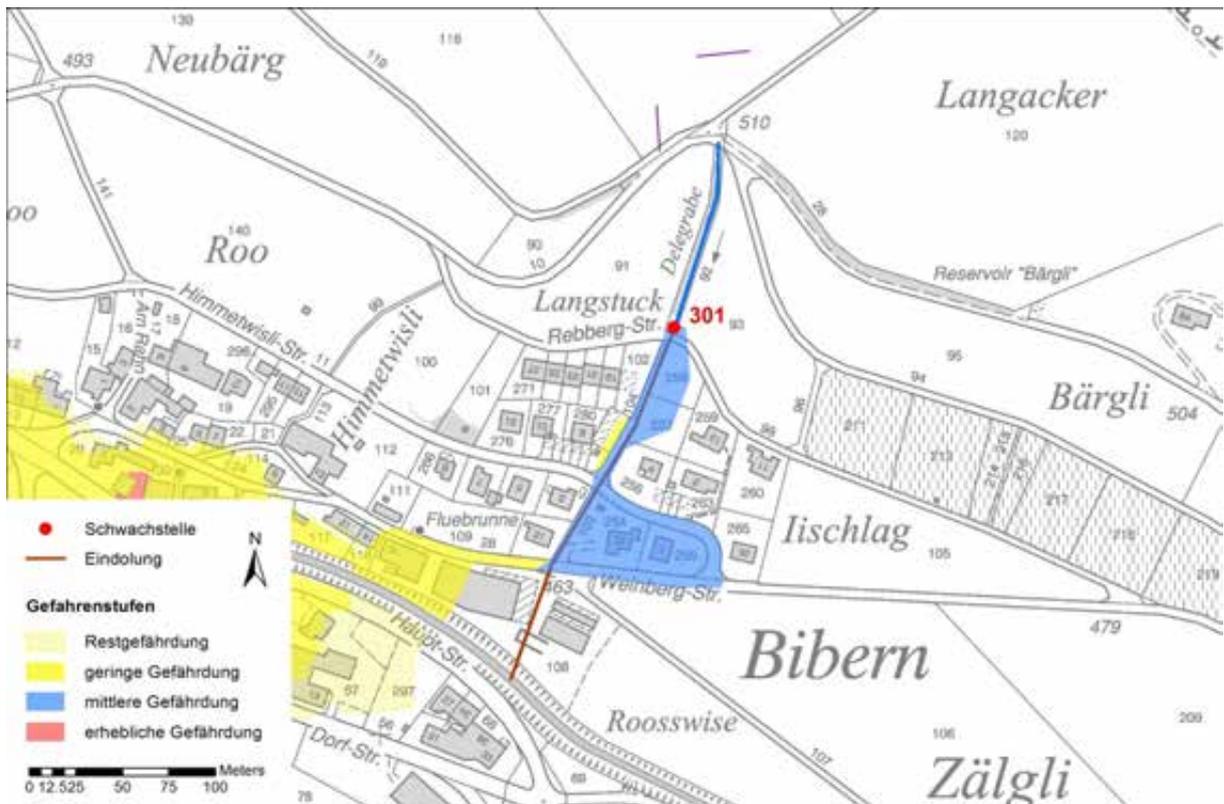


Abbildung 29 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Thayngen (Ortsteil Bibern), Telengraben



Abbildung 30 Schwachstelle Telengraben QP301, Eindolung;

Links: Einlauf in die Eindolung

Rechts: stark bewachsener offener Gerinneabschnitt oberhalb der Eindolung

Massnahmenvarianten

Für Hochwasserabflüsse bis zu einem HQ30 ist die Kapazität der Eindolung grundsätzlich ausreichend. Variante 1 beschreibt einfache Massnahmen, welche das Risiko einer Verklausung des Eindolungseinlaufs bei kleineren Hochwasserereignissen verringern sollen.

Für Hochwasserabflüsse grösser als HQ30 ist die Kapazität der Eindolung nicht mehr ausreichend. Es kommt also ohnehin – ob mit oder ohne Verklausung des Eindolungseinlaufs – zu einer Ausuferung. Variante 2 zeigt Massnahmen zur kontrollierten Ableitung des ausgeferten Wassers auf.

Umfassend lassen sich Schäden an Liegenschaften allerdings nur durch eine zumindest abschnittsweise Freilegung des Bachs erreichen (Variante 3).

Variante 1: Massnahmen zur Verringerung des Verklausungsrisikos

- Heckenpflege: Durch regelmässigen Unterhalt der Bachgehölze im kurzen offenen Abschnitt des Telengrabens kann das Risiko einer Verklausung durch Schwemmholz am Einlauf in die Eindolung verringert werden.
- Sandfang: Erstellung eines Sandfangs mit kleinem Schutzdamm (Geländeanpassung) und einem optimierten Rechen (schräg-horizontale Ausrichtung) vor dem Einlauf in die Eindolung.

Variante 2: Massnahmen zur kontrollierten Ableitung des Wassers (Schadensminderung)

Durch kleinere bauliche Massnahmen soll das oberflächlich abfliessende Wasser kontrolliert über die Himmetwisli-Strasse Richtung Weinbergstrasse abgelenkt und von dort direkt in das unterliegende Landwirtschaftsland und zur Biber hin geleitet werden.

Die Variante 2 bietet nur unzureichenden Schutz, eine Liegenschaft kann nicht vor Hochwasser geschützt werden.

Variante 3: Offenlegung des Telengrabens

Die einzige Massnahme, welche sämtliche Gebäude vor einer Überflutung schützt, ist die Offenlegung und Renaturierung des Telengrabens, zumindest auf einer Teilstrecke durch das Wohngebiet hindurch. Mit entsprechender Dimensionierung des Bachquerschnitts kann so auch ein Q300 schadlos abgeführt werden. Da es sich hier jedoch um eine sehr kostenintensive Massnahme handeln würde, wird sie im Rahmen der Studie nicht weiterverfolgt.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Zur **Verringerung des Verklausungsrisikos** bei kleineren Hochwasserereignissen wird der regelmässige Unterhalt der Bachgehölze im kurzen offenen Abschnitt des Telengrabens oberhalb der Eindolung empfohlen. Beim Unterhalt der Bachgehölze ist darauf zu achten, dass diese nicht zu umfassend erfolgt: Wenn die Gehölze ganz entfernt würden, könnte dies zu einer massiven Erosion der Sohle und demzufolge zu einem erhöhten Geschiebe- / Sandaufkommen und einer Verklausung des Einlaufs durch Sohlenmaterial führen. Durch diese Massnahme wird das Risiko eines Austritts bei einem HQ30 verringert.

Zur **kontrollierten Ableitung des ausgeferten Wassers** (Schadensminderung im Siedlungsgebiet) wird entlang der nördlichen Grenze der Grundbuchparzelle 254, Himmetwisli-Strasse (Einfamilienhaus) ein Leitelement (Stellriemen, Höhe ca. 40 cm) angebracht. Die Grundbuchparzelle 255 (Einfamilienhaus) ist baulich kaum zu schützen, da die Zufahrt zur Garage bereits heute steil ist; durch ein zusätzliches „Hindernis“ (Buckel am Strassenrand) würde die Zufahrt praktisch verunmöglicht. Von der Weinbergstrasse her wird das Wasser direkt in das unterliegende Landwirtschaftsland und zur Biber geleitet: Dazu muss auf der Strasse in Querrichtung ein „Buckel“ (beispielsweise Schwelle wie in Tempo 30-Zonen) angebracht werden. Der heute bestehende niedrige Erdwall entlang der Strasse ist auf einer Länge von ca. 10-20 m abzutragen und die Randsteine sind durch abgesenkte Verteilsteine zu ersetzen. Als Ersatz dafür muss als Absturzsicherung in diesem Bereich eine Leitplanke angebracht werden. Durch die Ablenkung des Hochwassers über das Feld direkt in die Biber können die unterhalb liegenden Ökonomiegebäude des Landwirtschaftsbetriebs geschützt werden. Die Wirkung dieser baulichen Massnahmen im Siedlungsgebiet zeigt Abbildung 31.

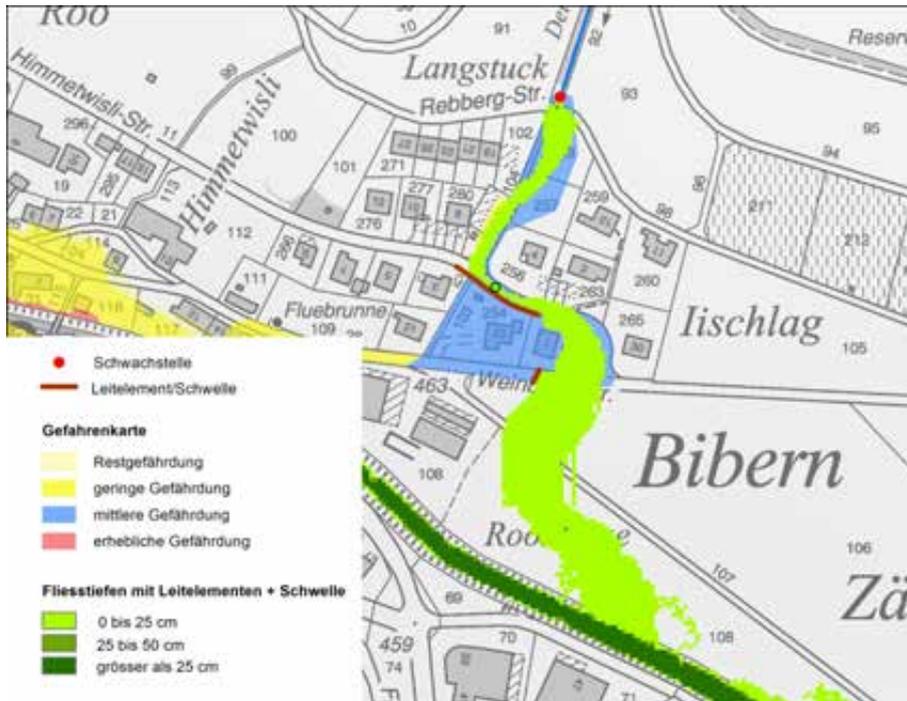


Abbildung 31 Durch den Telengraben überflutete Fläche bei Realisierung eines Leitelements entlang der Himmetwisli-Strasse sowie einer Schwelle auf der Weinbergstrasse (grün, HQ300), im Vergleich mit der Gefahrenkarte.

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die baulichen Massnahmen im Baugebiet schätzen wir auf rund CHF 35'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 3'500 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 5'000 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch die gewählten Massnahmen wird eine Überflutung mehrerer landwirtschaftlicher Ökonomiegebäude sowie des Einfamilienhauses auf der Grundbuchparzelle 254 verhindert. Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 6'100 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit (knapp) positiv.

In die Berechnung der Verringerung des Hochwasserrisikos wurden die heute ebenfalls betroffenen landwirtschaftlichen Ökonomiegebäude ausserhalb des Untersuchungsperimeters nicht ein-

bezogen. Wenn man berücksichtigt, dass diese durch die Massnahmen ebenfalls geschützt werden, fällt die Kosten-Wirksamkeit noch positiver aus als in der obigen Berechnung.

4.3.3 Ortsteil Hofen - Altdorferbach

Ausgangslage

In seinem untersten Abschnitt fliesst der Altdorferbach in einem offenen Trapezgerinne entlang des Reiatschulhauses und des Freibades (Abbildung 33). Direkt unterhalb des Freibades mündet er in die Biber. Seit den Aufwertungsmaßnahmen der Biber in diesem Abschnitt ist der Altdorferbach ohne Höhenunterschied an die Biber angebunden.

Der offene Gerinneabschnitt (QP314) weist auf der gesamten Länge entlang des Sportplatzes/Freibades eine ungenügende Kapazität ab einem HQ30 auf. Das austretende Wasser fliesst nach rechts auf den Sportplatz (Rasen) des Schulhauses sowie auf das Gelände des Freibades (Abbildung 32). Beim Hochwasserereignis vom 16. Dezember 2011 wurde der Installationskeller des Freibades überflutet. Die auf der linken Seite verlaufende Hauptstrasse liegt höher als das rechtsseitige Gelände und ist daher erst bei selteneren Ereignissen (ab HQ300) von Überflutungen betroffen.

Der Durchlass des Altdorferbaches unter der Zufahrt zum Freibad (QP129) weist erst ab HQ100 eine ungenügende Kapazität auf. Die Kapazität des oberhalb des Schulhausareals liegenden Durchlasses (Brücke Altdorferstrasse, QP128) ist erst ab EQH ungenügend.

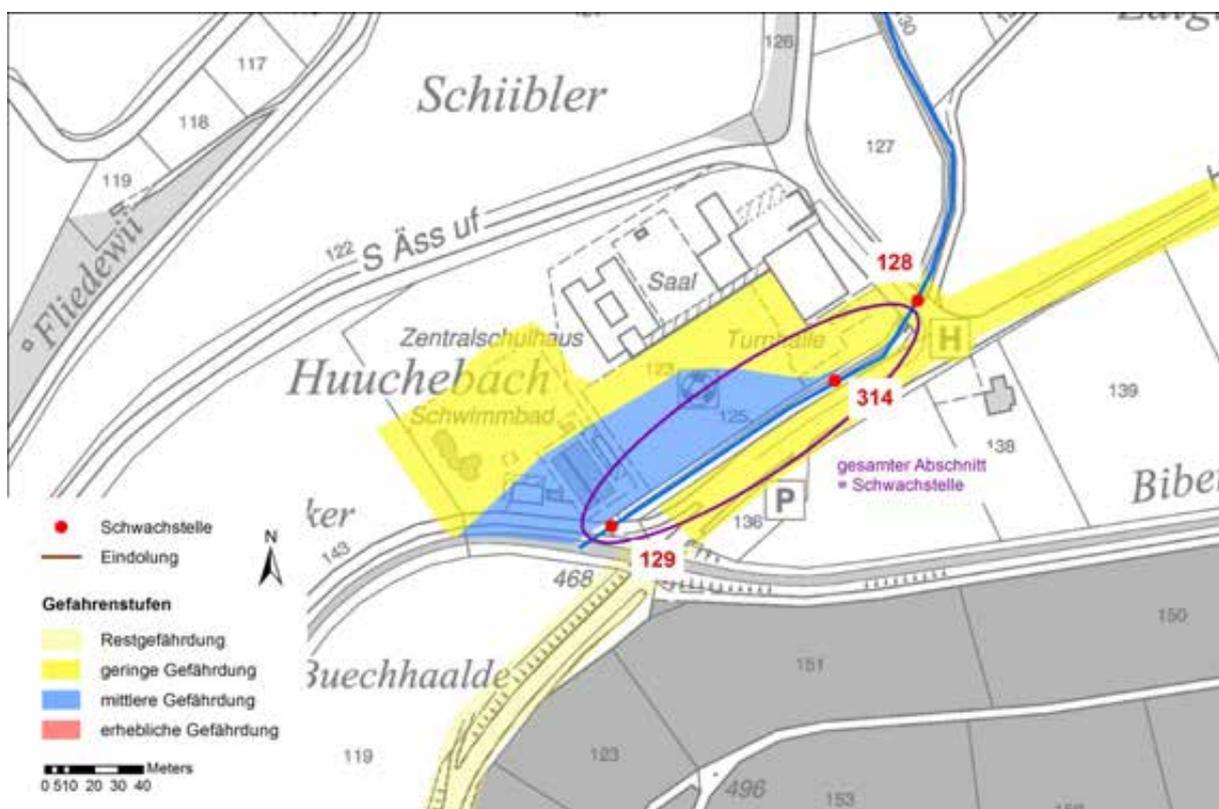


Abbildung 32 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Thayngen (Dorfteil Hofen), Altdorferbach beim Reiatschulhaus



*Abbildung 33 Schwachstelle Altdorferbach QP314, offener Abschnitt entlang des Reiat Schulhauses/Freibades;
Links: Blick in Fließrichtung, rechts das Freibad-Gelände und die Zufahrt (Durchlass QP129)
Rechts: Blick gegen Fließrichtung mit Fussballplatz und Schulhaus*

Massnahmenvarianten

Variante 1: Schutzdamm für Freibad

Mit einem kurzen L-förmigen Erddamm (Länge: 75 m) entlang der Zufahrt zum Freibad (an das vorhandene Gelände der Eindolung anschliessend, danach entlang Fussballplatz) wird das Freibad abgesichert und der Sportplatz als Überflutungsfläche genutzt. Der Damm muss eine Überfahrmöglichkeit aufweisen für die Unterhaltsfahrzeuge des Sportplatzes. Um zu verhindern, dass das bei der Eindolung austretende und über die Freibadzufahrt abfliessende Wasser rückwärts in das Freibad eindringen kann, sind kleine bauliche Massnahmen notwendig.

Variante 2: Schutzdamm für Freibad und Sportplatz

Mit einem Erddamm (Länge: 140 m, von der Brücke Altdorferstrasse bis zum Durchlass des Altdorferbaches unter der Zufahrt zum Freibad) werden sowohl die Umgebung des Schulhauses, der Sportplatz wie auch das Freibad vor Hochwasser geschützt. Der Damm könnte mit dem geplanten Zaun kombiniert werden.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Es wird die Variante 2 gewählt.

Mit einem 140 m langen Erddamm auf der gesamten Länge von der Brücke Altdorferstrasse (QP128) bis zum Durchlass vor der Einmündung in die Biber (QP129) werden das Schulhausareal, der Sportplatz sowie das Freibad wirkungsvoll vor Hochwasser geschützt. Auf oder neben dem Damm kann gleichzeitig der geplante Zaun angebracht werden (dieser soll verhindern, dass versehentlich Bälle ins Bachbett gelangen).

Aufgrund der ungenügenden Kapazität des Durchlasses bei der Zufahrt zum Freibad kann der Altdorferbach ab einem HQ100 weiterhin die Zufahrt zum Freibad überfluten. In diesem Fall soll ein Zurückfliessen über die Zufahrt zum Freibad verhindert werden, d.h. das ausgeuferte Wasser soll direkt in das Gerinne der Biber abfliessen. Zu diesem Zweck ist auf der Strasse eine Schwelle (Buckel im Belag) anzubringen. Entlang des bestehenden Zauns entlang des Freibad-Geländes ist ein höherer Stellriemen (Länge ca. 20 m) anzubringen. Nach einem Hochwasserereignis ist ausserdem zu kontrollieren, ob die Blöcke in der Böschung der Biber hinterspült wurden.

Über die notwendigen Höhen von Damm, Schwelle auf der Strasse sowie Stellriemen können zum jetzigen Zeitpunkt keine Aussagen gemacht werden. Für die Gefahrenkarte wurden nur punktuelle Berechnungen durchgeführt, es sind keine Fliesstiefen bekannt. Für die Massnahmenprojektierung sind Querprofil-Aufnahmen sowie detaillierte 1D-Wasserspiegelberechnungen der Hochwasserspiegel im Altdorferbach notwendig. Erst nach Abschluss dieser Untersuchungen können die hier empfohlenen Hochwasserschutzmassnahmen dimensioniert werden. Dabei ist auch abzuklären, ob eventuell die Hauptstrasse linkerhand des Altdorferbaches bei sehr grossen Hochwasserereignissen von einer Überflutung betroffen ist.



Abbildung 34 Massnahmen beim Altdorferbach zum Schutz des Freibads und des Sportplatzes vor Hochwasser.

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die baulichen Massnahmen schätzen wir auf CHF 55'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf rund CHF 5'500 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 7'700 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch die gewählten Massnahmen werden das Schulhausareal, der Sportplatz sowie das Freibad wirkungsvoll vor einer Überflutung durch den Altdorferbach geschützt. Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 2'500 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist zwar negativ. Bei den geschützten Gütern handelt es sich jedoch um sensible Immobilien und Infrastrukturen (u.a. Schulhaus/Sportplatz: Gefährdung von Kindern; Freibad: Gefährdung durch gelagerte chemische Substanzen). Aus diesem Grund empfehlen wir, die vorgeschlagenen Hochwasserschutzmassnahmen dennoch weiter zu verfolgen und genauer zu dimensionieren.

4.3.4 Ortsteil Altdorf - Wäschbach

Ausgangslage

Der Wäschbach im Ortsteil Altdorf verschwindet am Rand des Siedlungsgebietes in einer Eindolung (Kreisprofil QP122, Abbildung 36). Darin fliesst er durch den Dorfkern und mündet, immer noch unterirdisch, in den Hegibach. Im offenen Abschnitt oberhalb der Eindolung verläuft der Bach in einer weiten Geländemulde. In dieser befinden sich das Schützenhaus sowie ein Grundwasserpumpwerk. Oberhalb dieser Geländemulde fliesst der Wäschbach durch lockeres Gehölz. An den bestockten Ufern sind Böschungserosionen erkennbar. Zum Zeitpunkt der Begehung waren zudem an mehreren Orten in der Nähe des Gerinnes Haufen mit abgeschnittenen Ästen zwischendeponiert.

Gemäss der Gefahrenkarte ist die Kapazität der Eindolung ab einem HQ100 ungenügend. Das in der Gefahrenkarte als mittel bis gross ausgewiesene Schwemmholzpotenzial kann bereits bei einem HQ30 zu einer Verklauung am Einlauf zur Eindolung führen. Der Einlauf ist zwar durch einen um ca. 1 m vorgelagerten Stahlrechen geschützt (Abbildung 36); die Anordnung und Ausgestaltung des Rechens sind jedoch nicht optimal.

Ab einem Hochwasser HQ100 (oder bei einer Verklauung bereits bei HQ30) staut sich in der Geländemulde oberhalb der Eindolung ein See auf. Das Wasser sucht sich einen Weg quer durch das Dorf (Wingäartli – Müli – Unterdorf) und fliesst bei Loobetaal zurück in das offene Gerinne des Altdorferbaches. Von der Ausuferung sind mehrere Gebäude betroffen (Abbildung 35).

Die Feuerwehr wird oft gerufen, um Schwemmholz vom Rechen zu entfernen und Überschwemmungen zu verhindern. Beim Hochwasserereignis vom 16. Dezember 2011 räumte die Feuerwehr beispielsweise stündlich Schwemmholz vom Rechen weg (Auskunft Herr Von Ow). Die Arbeit der Feuerwehr wird dadurch erschwert, dass keine befahrbare Zufahrt zum Einlauf der Eindolung besteht und das Landwirtschaftsland im Überflutungsfall schlecht passierbar ist.

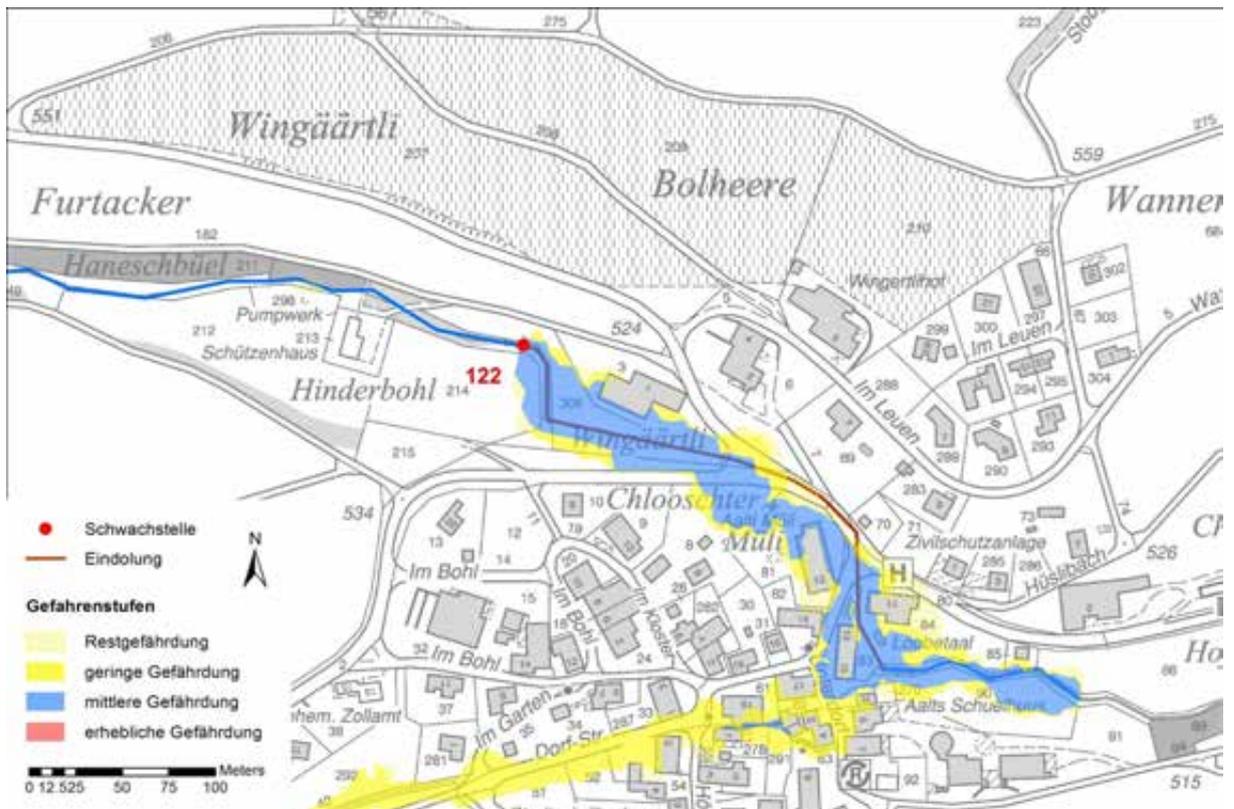


Abbildung 35 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Thayngen (Dorfteil Aaldorf), Wäschbach



Abbildung 36 Schwachstelle Wäschbach QP122, Eindolung mit Detailaufnahme des Rechens

Massnahmenvarianten

Variante 1: Zufahrt für Feuerwehr zum Schwemmholzrechen vor Eindolung

Das heutige Einlaufbauwerk und der Rechen werden nicht verändert. Für die Feuerwehr wird eine Zufahrt in Form einer wieder begrüneten Schotterpiste bis zum Eindolungseinlauf erstellt. Dadurch kann sie schneller und auch bei nassem Untergrund sicher zufahren, um den Rechen während eines Hochwasserereignisses zu reinigen.

Variante 2: Optimierung des Einlaufbauwerks und des Einlaufrechens vor der Eindolung

Das heutige Einlaufbauwerk und der nicht optimal konstruierte Einlaufrechen vor der Eindolung werden durch ein wirkungsvolleres Bauwerk ersetzt.

Variante 3: Vorgesalteter Stabrechen im Gehölz oberhalb des Schützenhauses

Im Bereich des Gehölzes rund 100 m oberhalb Eindolung wird zum Rückhalt des groben Schwemmholzes ein V-förmiger Schwemmholzrechen erstellt. Über die vorhandene Güterstrasse ist der Rechen gut zugänglich und kann mit schwerem Gerät gereinigt werden.

Variante 4: Rückhaltebecken oberhalb Eindolung

Die Geländekammer oberhalb der Eindolung wird als Rückhaltebecken ausgebildet. Das Rückhaltevolumen dürfte allerdings zu gering sein.

Variante 5: Kontrollierte Ableitung des Wassers durch den Dorfkern

Eine kontrollierte Ableitung des ausgeferten Wassers über die Strassen ist kaum zu realisieren. Dazu wären unzählige Leitelemente erforderlich. Vor den zahlreichen Einfahrten und Gebäudezugängen wären hinderliche Schwellen nötig. Ausserdem erlauben die engen Platzverhältnisse kaum zweckmässige Lösungen.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Es wird die Variante 2 gewählt.

Das Einlaufbauwerk und der Einlaufrechen vor der Eindolung werden durch ein wirkungsvolleres Bauwerk ersetzt. In einer trichterförmigen Geländemulde steht vor der Eindolung ein Schachtring (Beton, Durchmesser ca. 1.5 m), der beidseits eine Öffnung aufweist, durch die der Wäschbach bei normalem Abfluss passiert. Rund um den Schachtring ist ein nach oben reichendes Rundlochblech befestigt. Im Hochwasserfall bleibt das Schwemmgut am Rundlochblech hängen, durch die Lochform verstopft dieses jedoch viel weniger als ein Stabrechen oder ein Gitter. Der Durchfluss durch das Lochblech und weiter in den Schacht und die Eindolung kann damit über einen langen Zeitraum gewährleistet werden. Sollte im Extremfall das gesamte Rundlochblech mit Schwemmgut bedeckt sein und der Wasserspiegel die Oberkante des Blechs erreichen, kann das Wasser immer noch überlaufen und direkt in den Schacht ablaufen. Es ist zu beachten, dass

das Rundlochblech nur bis knapp unterhalb der umliegenden Geländeoberkante reicht, damit auch im Extremfall kein Wasser aus dem Trichter nach aussen fließen kann.

Diese Konstruktion verhält sich im Hochwasserfall wesentlich wirkungsvoller als die heutige Lösung. Das Lochblech und der Trichter müssen zwar auch vom Schwemmgut gereinigt werden, im Gegensatz zur heutigen Lösung kann dies aber auch erst nach dem Ereignis erfolgen und erfordert keinen Soforteinsatz der Feuerwehr.



Einlaufbauwerk mit Rundlochblech auf Schachtring

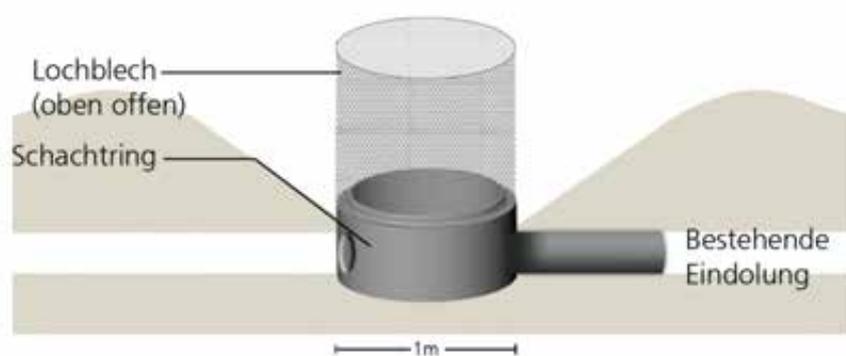


Abbildung 37 Neues Einlaufbauwerk mit Rundlochblech auf Schachtring

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die Massnahmen schätzen wir auf rund CHF 10'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 1'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Die Betriebskosten (Räumung des Schwemholzrechs nach Hochwasserereignissen) fallen bereits heute an und werden aus diesem Grund in der Kostenberechnung nicht berücksichtigt. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 1'400 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch die gewählte Massnahme wird die Verklauungsanfälligkeit des Eindolungseinlaufs deutlich reduziert - demzufolge sind bei einem HQ30 keine Ausuferungen mehr zu erwarten. Bei einem HQ100 ist die Abflusskapazität der Eindolung ungenügend; durch das verbesserte Auslaufbauwerk sind jedoch geringere Austrittsmengen zu erwarten als im heutigen Zustand. Auf der Gefahrenkarte ändert die Gefahrenstufe von mittel (blau) zu gering (gelb).

Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 7'700 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist deutlich positiv.

4.4 Stein am Rhein – Mülibach

Ausgangslage

Sowohl der Mülibach als auch der Fortebach fliessen aus dem Unteren Müliweiher.

Der in einem offenen Gerinne verlaufende Mülibach mündet ca. 200 m unterhalb des Unteren Müliweiers in zwei Eindolungen (QP615 und QP621, doppeltes Kreisprofil, Abbildung 39), welche weiter unten – immer noch unterirdisch – wieder zusammenfliessen. Den Einläufen ist ein sehr grober Stahlrechen vorgeschaltet. Stahlschienen erlauben die Regulierung der Wassermengen mit Holzbrettern. Im Brandfall kann die Feuerwehr mit Staubrettern (gelagert im nahen Feuerwehrdepot) das Betonbecken einstauen und zur Wasserentnahme verwenden. Die beiden Eindolungen weisen bereits bei einem HQ30 eine knapp ungenügende Kapazität auf. Eine Verkläusung mit Schwemmholz ist dagegen erst bei sehr grossen Abflüssen (HQ300) zu erwarten.

Das ausgeferte Wasser fliesst über landwirtschaftlich genutztes Gebiet (Chalberweid) und über die Chalberweidstrasse ins offene Gerinne des Fortebachs (Abbildung 38). Dieses verläuft bis zu seiner Einmündung in den Rhein in einem grosszügigen Tobel. Es sind keine Gebäude von einer Überflutung betroffen.

Ungefähr 300 m Luftlinie unterhalb der Schwachstellen QP615/QP621 befindet sich neben der Mühlenstrasse ein öffentlicher Parkplatz. Hier weist der Mülibach zwei weitere Schwachstellen auf: Auf dem oberen Teil des Parkplatzes befindet sich in der Eindolung ein Bauwerk, welches wahrscheinlich ehemals der Abflussregulierung diente (QP627, Abbildung 40). Der vor dem Absturz montierte Stahlrechen kann aufgrund seines kleinen Stababstandes schon durch kleine Mengen an Schwemmholz und Laub verkläusen (gemäss Gefahrenkarte ab einem HQ30; die Abflusskapazität der Eindolung ist ausreichend bis zu einem HQ100). Dadurch kommt es zu einem Wasseraustritt durch das feine Abdeckgitter auf den Parkplatz. Das Problem ist der Stadt bekannt; letztmals trat es vor 2 bis 3 Jahren auf.

Auf dem unteren Teil des Parkplatzes wurde der Mülibach vor einigen Jahren auf einer Länge von ca. 50 m ausgedolt und naturnah gestaltet. Etwa 75 m unterhalb der Schwachstelle QP627 mündet das offene Gerinne wiederum in eine Eindolung (QP628, Abbildung 41). Die Abflusskapazität ist selbst für ein HQ30 zu klein, ausserdem ist der vor dem Einlauf angebrachte Rechen verkläusungsanfällig.

Die von den Schwachstellen QP627 und QP628 ausgehenden Überflutungen fliessen entlang der Mühlenstrasse bis zur Oehningerstrasse, und von dieser in zwei „Armen“ bis in den Rhein (Abbildung 38). Da das Wasser mehrheitlich über Strassen abfliesst, sind Gebäude nur am Rande betroffen.



Abbildung 39 Schwachstelle Mülibach QP615 und QP621 mit der verzweigten Eindolung, dem Rechen und den Halterungen für die Regulierung bzw. die Staubretter der Feuerwehr.



Abbildung 40 Schwachstelle Mülibach QP627, Ansicht der Schwachstelle mit Abdeckgitter (links). Das entfernte Abdeckgitter gibt den Blick auf den feinen Rechen (Zulauf zum Schachtbauwerk) frei (rechts).



Abbildung 41 Schwachstelle Mülibach QP628, Eindolung (links) und Auslauf der oberen Eindolungsstrecke mit dem tief liegenden Auslauf.

Massnahmenvarianten

Die Massnahmen bei den verschiedenen Schwachstellen sind miteinander kombinierbar.

QP615/QP621: Optimierung Einlaufrechen und Schieberkonstruktion vor Eindolung

Der Einlaufrechen vor der Eindolung QP615/QP621 ist so zu optimieren, dass die frühere Entlastung (Ausuferung) über das landwirtschaftlich genutzte Gebiet „Chalberweid“ und über die Chalberweidstrasse ins offene Gerinne des Fortebachs bereits bei kleineren Abflüssen einsetzt. Dadurch können die weiter unterhalb liegenden Schwachstellen entlastet werden.

QP627: Sanierung Schachtbauwerk beim Parkplatz

Der offene Schacht mit Gitterabdeckungen beim Parkplatz (QP627), vermutlich ein Überbleibsel der früheren Fabrikanlage, hat keine erkennbare Funktion mehr. Das Bauwerk kann entfernt werden, die beiden eingedolten Bachabschnitte werden miteinander verbunden. Eine kostengünstigere Variante stellt der Ersatz des Einlaufrechens im Schachtbauwerk durch einen Rechen mit grösseren Stababständen (geringere Verklauungsanfälligkeit) dar.

QP628: Optimierung Einlaufrechen Oehningerstrasse

Die ungenügende Kapazität der Eindolung ab der Schwachstelle QP628 lässt sich mit vertretbarem Aufwand nicht sanieren. Hingegen kann der Einlaufrechen vor der Eindolung, der sehr verklauungsanfällig ist, durch eine optimalere Konstruktion ersetzt werden.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Es werden alle Massnahmen weiterverfolgt.

QP615/QP621: Der grobe Einlaufrechen vor der Eindolung QP615/QP621 wird durch einen Rechen mit geringeren Stababständen (Abstand ca. 5 cm) ersetzt. Mit diesem geringen Stababstand wird eine häufige Verklauung und somit Verlegung der Eindolungseinläufe bewusst herbeigeführt: Die Entlastung (Ausuferung) über das landwirtschaftlich genutzte Gebiet „Chalberweid“ und über die Chalberweidstrasse ins offene Gerinne des Fortebachs setzt somit bereits bei kleineren Abflüssen ein als heute. Ziel: Die weiter unterhalb liegenden Schwachstellen (QP627 und QP628) werden so entlastet.

QP627: Die Schwachstelle des offenen Schachtbauwerks beim Parkplatz wird saniert, indem der Einlaufrechen im Schachtbauwerk durch einen Rechen mit grösseren Stababständen (ca. 12 cm) ersetzt wird. Der Rechen dient dazu, sehr grosse Gegenstände, welche das nachfolgende Rohr verstopfen könnten, zurückzuhalten. Für diese Funktion ist er heute zu feinmaschig, hält zu viel Schwemmgut zurück und verklaut entsprechend schnell.

QP628: Der Einlaufrechen vor der Eindolung bei der Oehningerstrasse kann in der heutigen Form sehr schnell verklauen, beispielsweise lediglich durch einen angeschwemmten Plastiksack. Er ist durch ein Rundgitter oder ein halbkreisförmiges Rundlochblech zu ersetzen. Dieses muss

unten einen ausreichenden Abstand zur Sohle aufweisen (10-20 cm) und oben offen und überströmbar sein (für den Extremfall einer vollständigen Verklausung). Wie bereits erwähnt können die Kapazitätsprobleme der folgenden Eindolungsstrecke damit nicht gelöst werden. Hingegen wird verhindert, dass durch Verklausung bereits bei niedrigen Abflüssen Ausuferungen stattfinden.

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für sämtliche Massnahmen schätzen wir auf rund CHF 10'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 1'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Die Betriebskosten (Räumung des Schwemmholzrechens nach Hochwasserereignissen) fallen bereits heute an und werden aus diesem Grund in der Kostenberechnung nicht berücksichtigt. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 1'400 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Die Ausuferungen bei der Schwachstelle QP615/621 sind erwünscht resp. werden durch die vorgeschlagenen Massnahmen sogar bewusst schon bei kleineren Abflüssen herbeigeführt. Dadurch wird eine häufigere Überflutung des Landwirtschaftsgebietes Chalberweid in Kauf genommen.

Die von der Schwachstelle QP627 ausgehende Ausuferung wird durch den vorgeschlagenen Ersatz des Rechens erst bei HQ100 auftreten.

Inwieweit die Schwachstellen QP627 sowie QP628 durch die Massnahmen bei QP615/621 entlastet werden, d.h. ob die Entlastung eine Ausuferung bei HQ30/HQ100 verhindert, ist sehr schwierig abzuschätzen.

Für die von den Schwachstellen QP627 sowie QP628 ausgehenden Ausuferungen wurde kein Risikoperimeter definiert d.h. das jährliche Hochwasserrisiko wurde nicht berechnet. Grund dafür ist, dass die Ausuferungen konzentriert auf den Strassen ablaufen; Gebäude sind nur am Rande betroffen.

Aus diesen Gründen lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt keine gesicherten Aussagen zur Wirkung der vorgeschlagenen Massnahmen machen. Sicher werden aber die Betriebskosten (Entfernungen von Verklausungen) bei den Schwachstellen QP627 und QP628 abnehmen.

4.5 Ramsen – Wiesholzgraben

Ausgangslage

Der Wiesholzgraben sammelt das Wasser diverser Seitenzubringer und Runsen, welche ehemals wahrscheinlich in ihrem eigenen Bett hangabwärts in Richtung Biber flossen. Dieser Umstand erklärt auch das ab der Waldgrenze massiv ausgebaute Gerinne des Wiesholzgrabens mit mehreren Geschiebesammlern (Abbildung 44 und Abbildung 44), welche durch die Gemeinde regelmässig unterhalten werden. Im Gegensatz zu der sehr grossen Abflusskapazität des offenen Abschnitts weist die untenliegende Eindolung QP612 (Abbildung 43) eine deutlich kleinere Kapazität auf. Bei einem HQ30 wird die Abflusskapazität der Eindolung um das 4-fache überschritten (Angabe gemäss Gefahrenkarte).

Das Einzugsgebiet weist ein äusserst grosses Schwemmholtzpotenzial auf. Die Schwachstelle ist der Gemeinde aufgrund immer wieder auftretender Verklausungen des Rechens bekannt. In jüngster Zeit kam es jedoch zu keinen Ausuferungen. Zwar verfügt die Eindolung im heutigen Zustand über eine vorgelagerte Betonsperre (Geschiebefang) und einen Rechen direkt vor dem Einlauf (Abbildung 43). Der Rechen ist aufgrund seiner ungünstigen Abmessungen und unzureichenden Ausgestaltung jedoch verklausungsanfällig. Das ausgeuferte Wasser fliesst relativ grossflächig durch das Siedlungsgebiet Wisholz. Vier Gebäude sind von der Ausuferung betroffen (Abbildung 42); die überfluteten, nicht bebauten Flächen liegen nicht in der Bauzone. Bei einem extremen Ereignis (EHQ) vergrössert sich die Gefährdungsfläche deutlich.

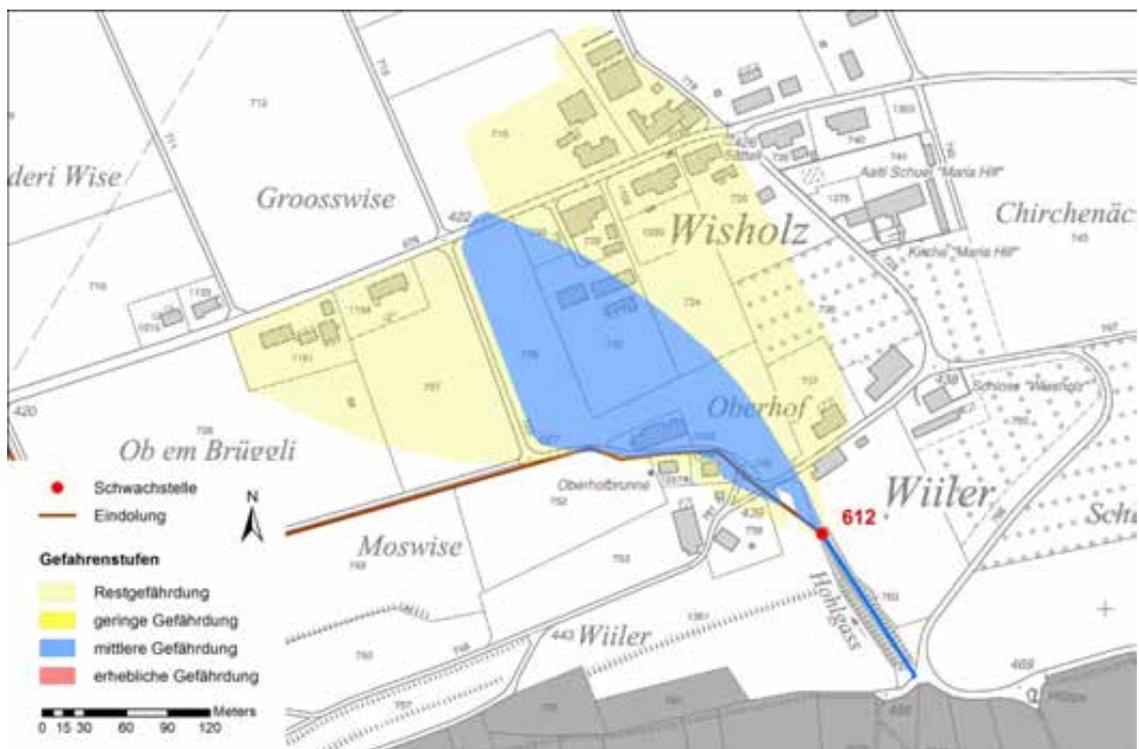


Abbildung 42 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Ramsen, Wiesholzgraben



Abbildung 43 Schwachstelle Wiesholzgraben QP612, Eindolung mit vorgelagerter Betonsperre und Rechen



Abbildung 44 Wiesholzgraben, Abschnitt oberhalb QP612 (links) und einer der weiter oberhalb liegenden Geschiebesammler am Waldrand

Massnahmenvarianten

Variante 1: Ersatz des Rechens vor der Eindolung

Ersatz des Rechens durch ein zweckmässigeres Bauwerk, welches weniger verklausurungsanfällig ist und sich gut reinigen lässt.

Variante 2: Offenlegung (Aufhebung der Eindolung)

Durch eine Offenlegung der viel zu knapp dimensionierten Eindolung wird dem Wiesholzgraben ausreichend Kapazität zur Verfügung gestellt. Die Machbarkeit innerhalb des Siedlungsgebietes müsste abgeklärt werden.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Es wird die Variante 1 gewählt.

Der Rechen vor dem Eindolungseinlauf wird durch ein optimiertes Einlaufbauwerk ersetzt (Abbildung 45), um dem grossen Schwemmholtzpotenzial Rechnung zu tragen. Ziel: Das

Schwemmgut muss sich ablagern können, ohne dabei den Abfluss des Wassers in die Eindolung zu behindern.

An der Betonschwelle vor der Eindolung wird ein Rechen mit engen Lamellen (Stababstand ca. 0.5 – 1 cm) in einem steilen Winkel ($>30^\circ$) angebracht. Der Rechen liegt auf einer neu zu erstellenden kleinen Betonmauer auf, die zugleich das obere Ende der verlängerten Eindolungsstrecke (Rohr, Länge ca. 10 m) ummantelt. Das Lamellengitter weist die Funktion eines „Tirolerwehrs“ auf: Das Wasser fließt durch die Lamellen ab und weiter in die Eindolungsstrecke. Schwemmgut bleibt auf dem Rechen liegen und wird kontinuierlich in die Auffangmulde über dem neuen Rohr gespült. Das hier abgelagerte Material muss regelmässig durch den Unterhaltsdienst entfernt werden.

Am unteren Ende der Auffangmulde, vor der heute bestehenden Rohrmündung, erlaubt ein Sickerschacht das Wegführen des restlichen Wassers aus dem abgelagerten Material. Der Sickerschacht ist am Fuss durchgehend (Öffnung mit Durchmesser der Rohrleitung). Als Abschluss des neuen Bauwerks gegenüber dem darunterliegenden Wiesland wird das Gelände mit einem kleinen Damm erhöht.



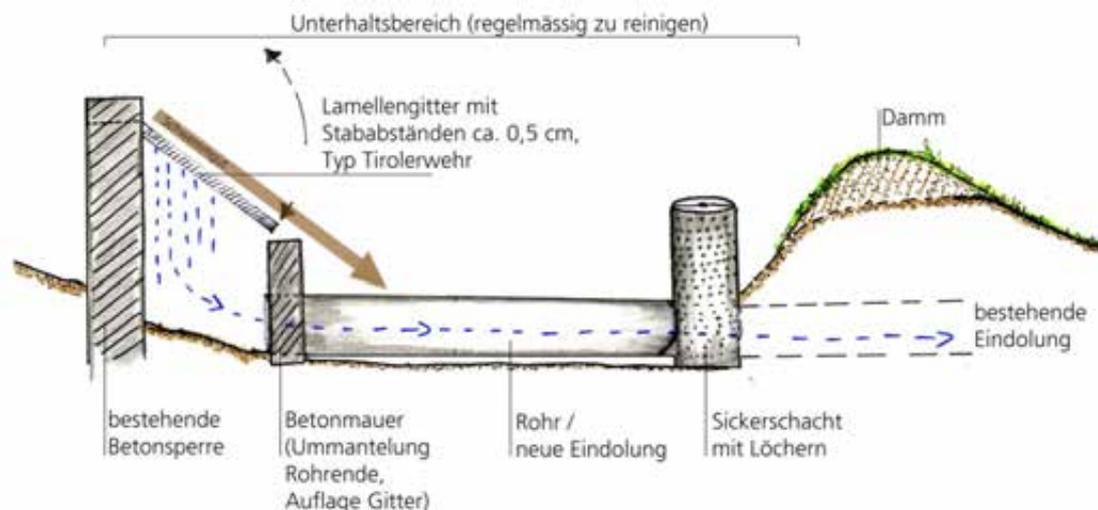


Abbildung 45 Neues Einlaufbauwerk oberhalb Weiler Wisholz.

Oben: Visualisierung

Unten: Ansicht von der Seite

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die Massnahmen „neues Einlaufbauwerk oberhalb Weiler Wisholz“ schätzen wir auf rund CHF 20'000, die jährlichen Unterhaltskosten auf CHF 2'000 (Annahme: 10% der Erstellungskosten). Die Betriebskosten (Räumung des Schwemmholzrechens nach Hochwasserereignissen) fallen bereits heute an und werden aus diesem Grund in der Kostenberechnung nicht berücksichtigt. Daraus ergeben sich jährliche Kosten (Kapitalkosten, inkl. Unterhaltskosten) von rund CHF 2'900 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch das vorgeschlagene Einlaufbauwerk verringert sich die Verklauungsanfälligkeit der Eindolung deutlich. Allerdings verschwindet dadurch die Gefährdungsfläche mit mittlerer (blauer) Gefährdungsstufe auf der Gefahrenkarte nicht, da für die Ausuferung bei einem HQ30 die zu geringe Abflusskapazität der Eindolung massgebend ist.

Aus diesem Grund lassen sich keine gesicherten Aussagen zur Wirkung des Einlaufbauwerks machen, die Massnahme ist gemäss der für diese Studie gewählten Methode nicht kostenwirksam. Sie verhindert jedoch Ausuferungen aufgrund von Verklauungen bei kleineren Abflüssen.

Die Gefährdungsfläche liesse sich nur durch eine Offenlegung des eingedolten Abschnitts des Wiesholzbachs aufheben. Dieser Massnahme steht die Gemeinde jedoch skeptisch gegenüber, und ihre Machbarkeit müsste detailliert abgeklärt werden.

4.6 Buch – Biber

Ausgangslage

Die einzige Gefährdungsfläche in Buch stammt von der Biber (kantonales Gewässer). Sie weist auf ihrem gesamten Abschnitt in Buch ein Kapazitätsdefizit auf. Vor allem auf dem Abschnitt oberhalb der Strassenbrücke ist die Gerinnkapazität zu klein, Ausuferungen aus dem offenen Gerinne sind beidseitig bereits ab einem HQ30 zu erwarten (QP707 bis QP712, Abbildung 47).

Linksseitig wird die landwirtschaftlich genutzte Fläche Brüel/Aalte überflutet (Abbildung 46). Die Ausuferung stoppt bei der deutlich höherliegenden Hardstrasse (Restaurant Dreispitz). Rechtsseitig fliesst das ausgeuferte Wasser auf die Wiese Müliwis und weiter nach rechts, wo einige Gebäude in der Überflutungsfläche stehen. Ab einem HQ100 wird die überflutete Fläche grösser, insbesondere vermag das Wasser über die Strasse Unterdorf (= Verlängerung der Strassenbrücke) zu fließen und nach weiter unterhalb zum Siedlungsteil Biberweg zu fließen. Am Rande ist das Feuerwehrgebäude betroffen.

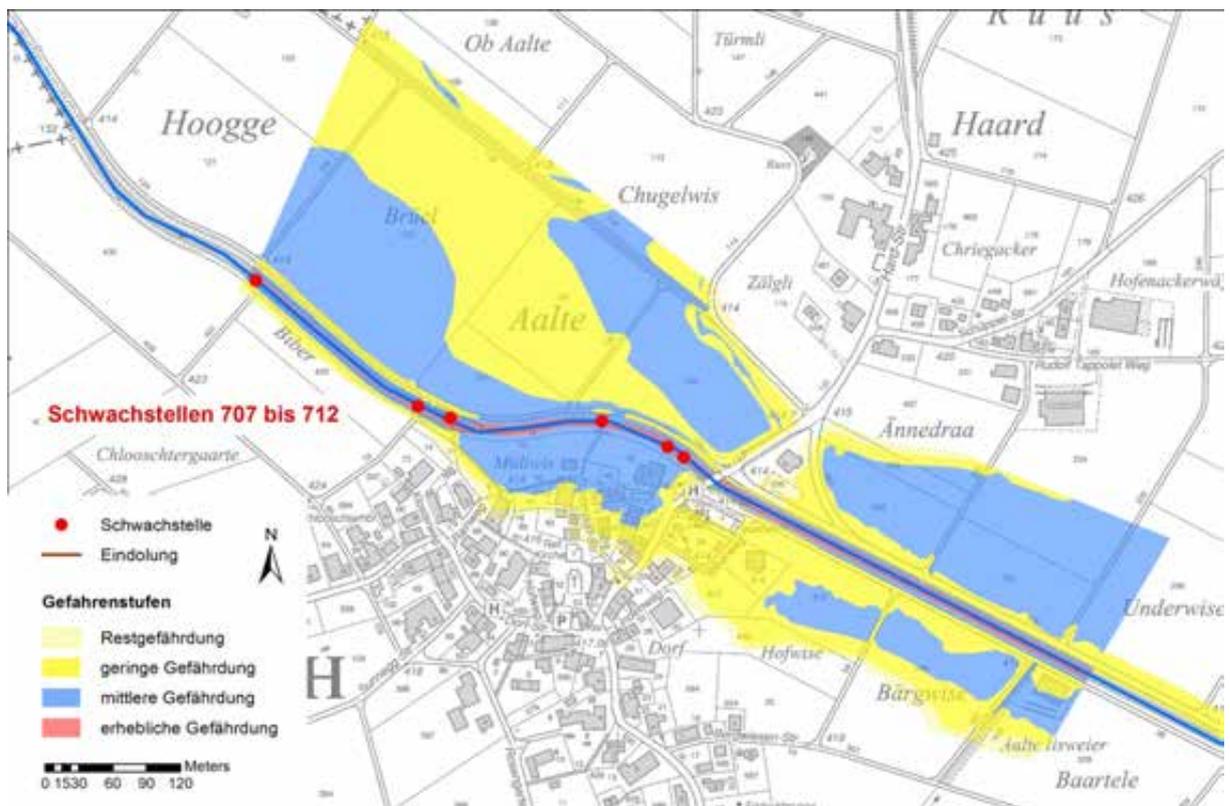


Abbildung 46 Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Buch, Bibern



*Abbildung 47 Schwachstelle Biber QP707 bis QP712, offener Abschnitt zwischen dem Fussgängersteg und der Hauptstrassenbrücke
 Oben links: Blick von der Strassenbrücke gegen Fliessrichtung
 Oben rechts: Blick von oben in Fliessrichtung
 Unten: Blick vom Fussgängersteg in Fliessrichtung*

Massnahmenvarianten

Varianten 1 und 2 haben zum Ziel, die rechtsseitig der Biber gelegenen Siedlungsbereiche vor Hochwasser zu schützen.

Variante 1: Hochwasserschutzdamm entlang Gewässerbereich

Das Erstellen eines Damms direkt am heutigen Ufer ist gemäss dem revidierten Gewässerschutzgesetz nicht mehr erlaubt. Daher wird der Damm ausserhalb des noch zu definierenden Gewässerraums erstellt.

Die noch ausstehende Neudefinition des Gewässerraums wirft verschiedene Fragen auf, wie Lage (Breite des Gewässerraums, ein- oder beidseitig) und Finanzierung des Bauwerks oder Wertverlust des eingezonten Baulandes.

Variante 2: Hochwasserschutzdamm entlang Gebäude

Entlang der Gebäude wird ein Damm erstellt. Dadurch kann eine „Zerschneidung“ des Wieslands vermieden werden. Mit diesem Standort erhält der Damm allerdings den Charakter eines Objektschutzes mit den negativen Auswirkungen einer komplizierten Form und einer möglichen Beeinträchtigung des unmittelbaren Hausumschwungs.

Gewählte Hochwasserschutzmassnahme

Es werden beide Varianten näher beschrieben.

Variante 1: Der Damm wird entlang der Biber errichtet. Sein Abstand zum Gerinne, d.h. die gemäss Gewässerschutzgesetz notwendige Breite des Gewässerraums, muss noch abgeklärt und festgelegt werden.

Variante 2: Entlang der Gebäude wird ein Damm erstellt (Abbildung 48). Dadurch kann eine Zerschneidung des Wieslands vermieden werden. Negative Auswirkungen sind die komplizierte Linienführung und eine mögliche Beeinträchtigung des unmittelbaren Umschwungs der betroffenen Liegenschaften. Erste Abklärungen auf Grundlage der 1D-Wasserspiegelberechnungen, welche im Rahmen der Gefahrenkarte durchgeführt wurden, ergeben eine notwendige Dammhöhe von 0.8 bis 1.0 m (ausgelegt für HQ300, ohne Freibord).

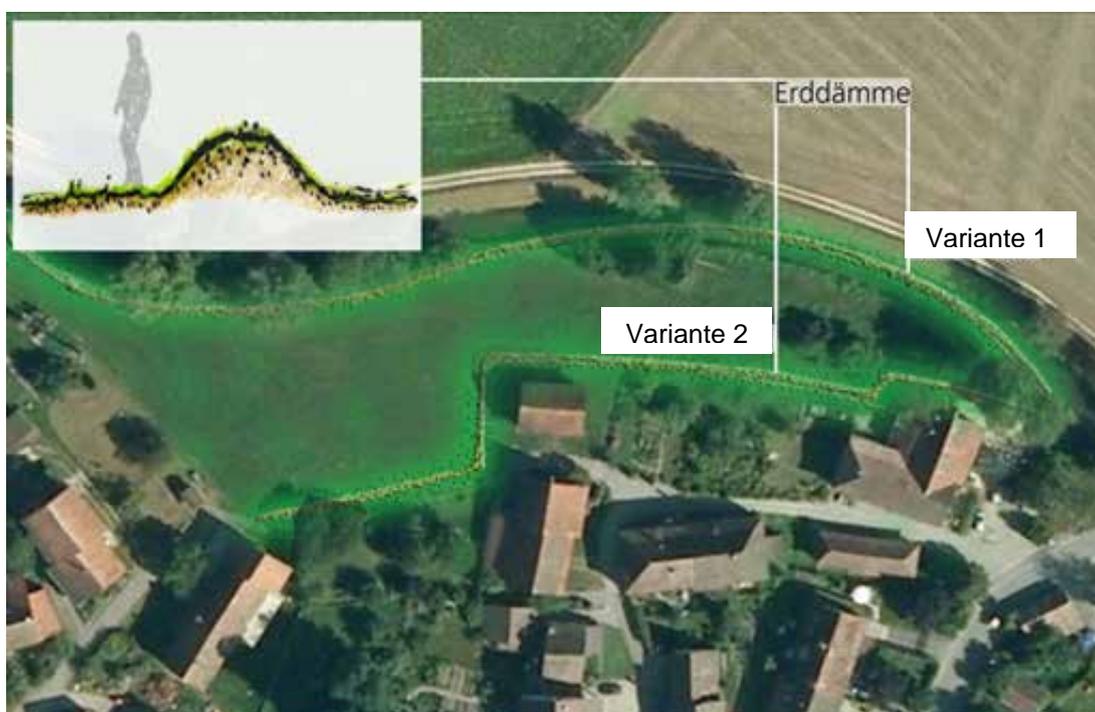


Abbildung 48: Damm, zwei verschiedene Linienführungen gemäss Varianten 1 und 2. Bei Variante 1 muss die gemäss Gewässerschutzgesetz geforderte Breite des Gewässerraums (Abstand Gerinne – Damm) eingehalten werden.

Kostenschätzung

Die Erstellungskosten für die Massnahmen 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 5'700 (bei einer Lebensdauer von 30 Jahren, Zins 2%).

Es bleibt abzuklären, inwieweit der Kanton Schaffhausen sich an den Kosten beteiligt, da die Biber ein kantonales Gewässer ist.

Die Details zur Kostenschätzung finden sich im Anhang A3.

Wirkungsabschätzung

Durch die gewählte Massnahme wird eine Überflutung der Gebiete rechtsseitig der Biber verhindert. Von diesem Schutz profitieren sowohl die an das Wiesland Müliwies angrenzenden Gebäude als auch der unterhalb der Strassenbrücke gelegene Siedlungsbereich Biberweg mit dem Feuerwehrgebäude. Erst weiter unten (Hofwise) sind ab HQ100 Ausuferungen, direkt von der Biber her kommend, zu erwarten (Landwirtschaftsland; das neu erstellte, in Abbildung 46 nicht ersichtliche Gebäude wurden mit Auflagen bzgl. Hochwasserschutz erstellt).

Das jährliche Hochwasserrisiko wird um rund CHF 24'100 verringert. Die Kosten-Wirksamkeit der Massnahme (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) ist somit deutlich positiv.

5 Gesamtkostenschätzung

Auf der Basis der Kostenschätzung der vorgeschlagenen baulichen Hochwasserschutzmassnahmen in den vier Gemeinden¹³⁾ und der Erkenntnisse aus den beiden früheren Studien¹⁴ wurden die Gesamtkosten für alle Gemeinden des Kantons erneut hochgerechnet. Dabei flossen Überlegungen zum Massnahmenpotenzial für alle Gemeinden ein.

An dieser Stelle werden die Kosten für Massnahmen an kleineren und mittleren Fließgewässern abgeschätzt. Hochwasserschutzmassnahmen für den Rhein wurden nicht untersucht („Untersuchte Gewässer“, S. 2).

Für alle 26 Gemeinden des Kantons Schaffhausen liegen die Gefahrenkarten vor (Teilgebiete 1, 2, 3 und 4)¹⁵⁾. Die hier durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass pro Gemeinde durchschnittlich 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 10'000 und CHF 55'000, je nach Ausgestaltung der Massnahme. Dabei sind drei der sieben in der vorliegenden Studie untersuchten Massnahmen mit 10'000 sehr kostengünstig. Generell konnten kostengünstigere Massnahmen gefunden werden als in den beiden früheren Studien. Allerdings war z.T. auch die jährliche Schadenerwartung deutlich geringer als in den früheren Studien, sodass dennoch nicht für alle kostengünstigen Massnahmen eine Kosteneffizienz nachgewiesen werden konnte. 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 einfache Massnahme von rund CHF 100'000, für weitere, umfangreichere Massnahmen von ca. CHF 300'000 aus.

13) Vier Gemeinden: Thayngen, Stein am Rhein, Ramsen und Buch. Für die Gemeinden Dörflingen und Hemishofen wurden keine Massnahmen erarbeitet (vgl. Kap. 1). In der Gemeinde Thayngen, welche in den Jahren 2004/2009 mit anderen Gemeinden fusionierte, wurden Massnahmen für die Ortsteile Thayngen, Bibern, Hofen und Altdorf erarbeitet, welche die nicht bearbeiteten zwei Gemeinden in etwa kompensieren.

14) *Erste Studie, 1. Halbjahr 2010*: Gemeinden Merishausen, Schleithelm, Neunkirch, Guntmadingen, Hallau, Berlingen
Zweite Studie, 2. Halbjahr 2010: Gemeinden Schaffhausen (inkl. Hemmental), Neuhausen, Barga, Beggingen, Siblingen, Oberhallau, Wilchingen/Osterfingen, Trasadingen

15) Für 7 Gemeinden weisen die Gefahrenkarten keine Gefährdungen durch Wassergefahren auf: Gächlingen, Löhningen, Lohn, Rüdlingen, Büttenhardt, Buchberg sowie Stetten.

Weiter wird aufgrund der in den drei 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 einfache Hochwasserschutzmassnahmen gefunden werden können.

Aufgrund dieser Annahmen ist für einfache Massnahmen im ganzen Kanton mit Kosten von ca. CHF 1'500'000 (15 x CHF 100'000) und für weitere, umfangreichere 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 20'400'000 ausgegangen werden.

6 Schlussfolgerungen

Für sechs Gemeinden im Kanton Schaffhausen wurden die Hochwasserrisiken abgeschätzt. Für vier Gemeinden (resp. vier Gemeinden mit insgesamt 7 Ortsteilen) wurden einfache, möglichst kostenwirksame Hochwasserschutzmassnahmen entwickelt.

Die jährliche Schadenerwartung durch Hochwasser (kollektives Hochwasserrisiko) liegt zwischen wenigen CHF 1'000/Jahr (Ramsen, Dörflingen, Hemishofen) und rund CHF 930'000/Jahr (Stadt Stein am Rhein).

Für alle Gemeinden/Ortsteile konnten einfache, wirksame Hochwasserschutzmassnahmen gefunden und entwickelt werden. Die Kosten-Wirksamkeiten dieser Massnahmen (Verhältnis der Reduktion des Hochwasserrisikos zu den jährlichen Massnahmenkosten) liegen bei drei Gemeinden/Ortsteilen (Bibern, Altdorf, Buch) deutlich im positiven Bereich. Die durchschnittlichen Kosten für diese einfachen Massnahmen betragen CHF 30'000 pro Gemeinde/Ortsteil.

Die Gesamtkosten für die Realisierung aller Hochwasserschutzmassnahmen in den Gemeinden des Kantons wurden neu abgeschätzt (Grundlage neu: 20 Gemeinden aus den Studien 1, 2 und 3). Es muss mit Gesamtkosten von rund CHF 20'400'000 gerechnet werden, davon ca. CHF 1'500'000 für einfache Massnahmen.

A1 Hochwasserrisiken

Vorgehen

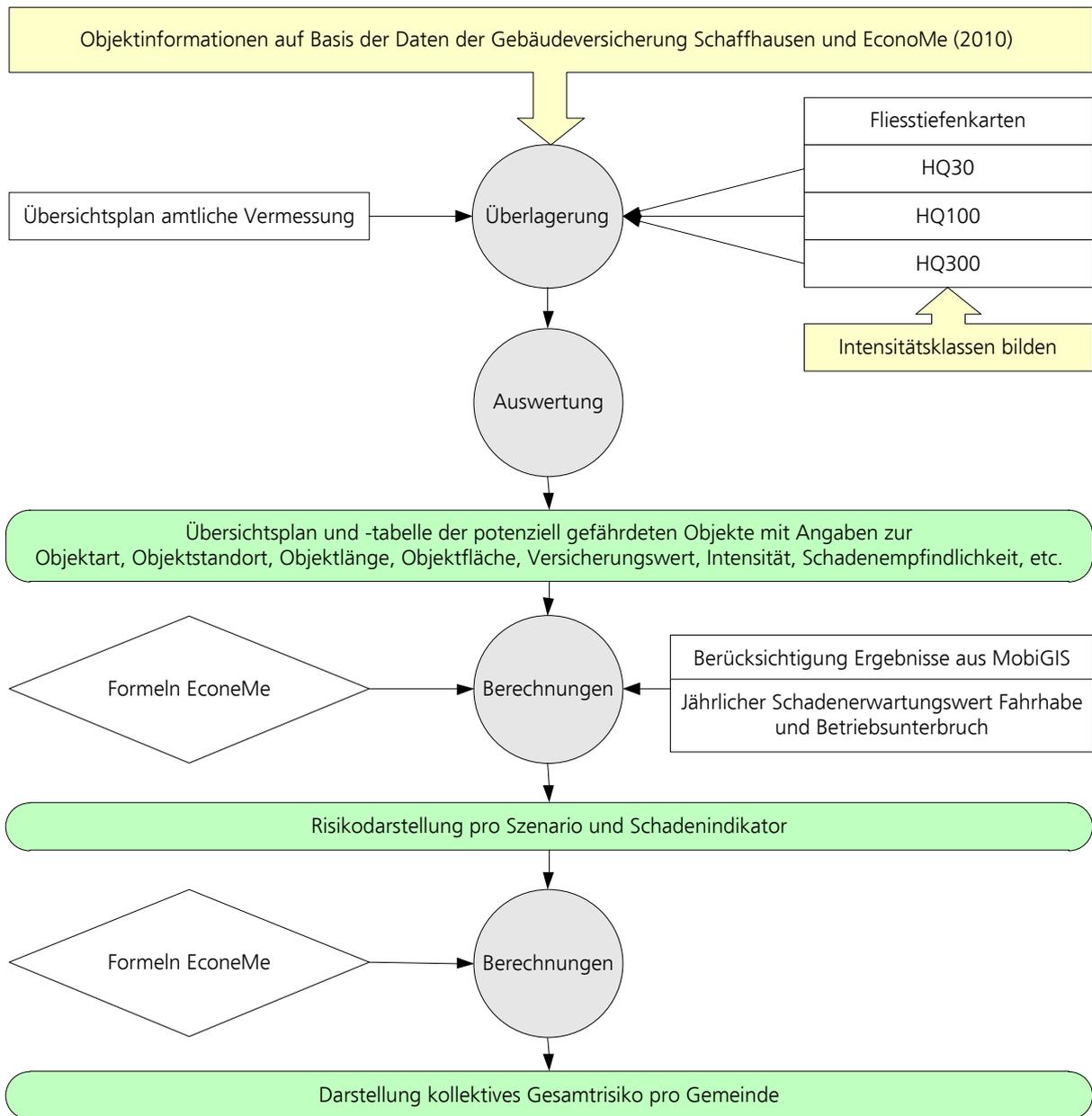


Abbildung 49: Vorgehen bei der Herleitung der Hochwasserrisiken

Objekte und Parameter

Objektart	Monetärer Wert [CHF]	Schadenempfindlichkeit		
		schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Fahrhabe ¹⁶				
Ein- und Mehrfamilienhaus	Versicherungswerte Fahrhabe gemäss der schweizerischen Mobiliar Versiche- rungsgesellschaft	0.15	0.30	0.60
Industrie- und Gewerbegebäude		0.15	0.35	0.55
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

¹⁶ Auswertungen der Mobiliar Versicherungsgesellschaft zeigen (Dezember 2010), dass die verwendeten Schadenempfindlichkeiten für Fahrhabe (nach EconoMe 2.0) je nach Szenario für den Kanton Schaffhausen durchschnittlich vermutlich um einen Faktor 1.5 bis 5 zu hoch liegen.

Objektart	Monetärer Wert [CHF]	Schadenempfindlichkeit		
		schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
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
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 2.0¹⁷.

¹⁷ Hinsichtlich Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den ersten beiden Studien wurde nicht auf die in der Zwischenzeit aktualisierte Version von EconoMe (EconoMe 2.2) abgestützt.

A2 Übersicht Massnahmenoptionen

Gemeinde	Bach	Massnahmenvorschläge	Massnahmen erarbeiten, Vorschlag EBP	Hinweise, Bemerkungen	Gde-vertreter
Thayngen	Drachengraben (Drachenbrunnen)	Leitelement oder Damm entlang Reiatstrasse (Strassenseite: abzuklären)	Prio 1	Detaillierte Höhenaufnahme im Gelände und Grundeigentumsverhältnisse entscheidend für Standortwahl des Damms: - westlich der Strasse ist Landwirtschaftsland betroffen, das dadurch erschwert bewirtschaftbar wird - östlich der Strasse reicht die Strassenparzelle wahrscheinlich fast aus, um einen kleinen Damm zu erreichen. Privatgrundstück nicht oder nur unwesentlich betroffen.	Herr von Ow
		Optimierung des Rechens vor dem Eindolungseinlauf, evtl. in Kombination mit vorgeschaltetem Schwemmholzrechen	Prio 1	Jetziger Rechen hat ungünstige Abmessungen. Durch einen zuverlässig funktionierenden Schwemmholzrückhalt würde die Gefährdungsfläche ganz wegfallen (Kapazität der Eindolung genügend gross für HQ300). Problem: sehr grosses Schwemmholzpotenzial, schwierig, eine zuverlässige Massnahme vorzuschlagen	
	Buechetellengraben	- evtl. keine Massnahmen nötig? --> vgl. "Hinweise, Bemerkungen" - evtl. kann mit Massnahmen (Grobrechen, angepasster Rechen vor Eindolung) oberhalb der Eindolung ein Rückstau und eine Ausuferung über die Strasse verhindert werden, womit das "seltsame" Bauwerk überflüssig würde (Kapazität der Eindolung genügend gross bis einschliesslich HQ100)?		Der Augenschein vor Ort hat ergeben, dass das auf die Barzheimerstrasse ausufernde Wasser in einen Entlastungsgraben auf der anderen Strassenseite läuft. Am unteren Ende des Grabens wird das (Hoch-)Wasser in einem Betonkanal gefasst und in die Eindolung zurückgespiesen (Rechen vor Einlauf, dahinter Vereinigungsschacht). Eigentlich verläuft hier der Bach eingedolt im Strassenkörper/Damm. --> Gemeinde-interne Abklärungen (Hr. Bürer, Hr. von Ow), wann und warum dieses "seltsame" Bauwerk erstellt wurde und ob seither Probleme aufgetreten sind. Möglicherweise sind die Hochwasserprobleme bereits behoben? --> Nachfrage bei NiPo, ob dieses Bauwerk so in der Gefahrenkarte berücksichtigt wurde.	
	Biber, ober- und unterhalb Brücke Mühleweg	Anheben der Brücke		Löst Kapazitätsproblem des unterhalb und oberhalb liegenden Gerinneabschnitts nicht	
		Damm rechtsseitig entlang Fussweg	Prio 2	Platzproblem; Problem bei Strassenquerung	
	Biber über längeren Abschnitt aufweiten + renaturieren		Umfassende, kostenintensive Massnahme, welche nicht im Rahmen dieser Studie erarbeitet werden kann.		
Thayngen, Ortsteil Bibern	Telengraben	Kombination mehrerer Massnahmen bei der Schwachstelle: - Heckenpflege/Unterhalt im kurzen offenen Abschnitt - Geländeneiveau anpassen direkt bei Eindolungseinlauf - evtl. Sandfang vor Einlauf	Prio 2	Achtung: Ein zu umfassender Unterhalt (Gehölz ganz entfernen) könnte zur Destabilisierung der Sohle und demzufolge zu erhöhtem Geschiebe-/Sandaufkommen und damit zu einer Verkläusung der Einläufe führen.	Herr von Ow
		Massnahmen im Überflutungsgebiet: Kontrollierte Ableitung auf Weinbergstrasse: - Leitelement entlang Parzelle 254 - nach Kurve: Durch "Buckel" auf der Strasse & Abtragen des Strassenbordes ein Abfliessen des Wassers ins Landwirtschaftsgebiet erzwingen	Prio 1	Parzelle 255 ist schwierig zu schützen (steile Garagenzufahrt) Der Neubau (Parzellen 257 + 258) erfüllt die entsprechenden Auflagen bzgl. Hochwasser.	
		Offenlegung des Telengrabens: - bringt effizientesten Schutz für alle Liegenschaften		enge Platzverhältnisse, hohe Kosten	
Thayngen, Ortsteil Hofen	Altdorferbach, bei Reiaterschulhaus + Schwimmbad	2 Varianten für Leitelemente und Dämme zum Schutz des Schwimmbades inkl. Installationskeller: - Variante 1: Freibad "abschirmen" mit kurzem L-förmigen Erddamm am Rand des Fussballplatzes, Überfahrmöglichkeit für Unterhaltsfahrzeuge Fussballplatz - Variante 2: Langer Erddamm entlang Schule / Fussballplatz (ab der Brücke der Altdorferstrasse) Bei Varianten 1 + 2: Höhere Stellriemen entlang Freibad-Areal; Buckel auf Kiesweg (um zu verhindern, dass Wasser rückwärts zum Kiesweg läuft). Wasser fliesst oberflächlich in die Biber ab; nach Ereignis: Kontrolle, ob Blöcke in der Böschung der Biber hinterspült sind.	Prio 1	Gelände linksseitig (Hauptstrasse) liegt durchgehend deutlich höher als rechtsseitig. Der Damm entlang der Längsseite des Fussballplatzes könnte mit dem von der Schule geplanten Zaun kombiniert werden. Längsseite des Schwimmbadgebäudes: Eingänge (bei Rollläden) -> keine Stellriemen möglich.	Herr von Ow
Thayngen, Ortsteil Altdorf	Wäschbach	Optimierung des Rechens vor dem Eindolungseinlauf, evtl. in Kombination mit einem z.B. 100 m oberhalb liegenden vorgeschaltetem Stabrechen im Gerinne. Abklärung, ob Zufahrtmöglichkeit für Feuerwehr zum Rechen über Landwirtschaftsland ausreicht oder begrünter Kiesweg erstellt werden sollte.	Prio 1	Jetziger Rechen hat ungünstige Abmessungen. Der Augenschein zeigte, dass der Rechen offenbar kürzlich versetzt wurde, der Abstand zur Eindolung wurde oben vergrössert (neue Schraubenköpfe). Abklärungen bei der Gemeinde (Hr. von Ow), wann / durch wen dies erfolgte und ob diese Massnahme bereits Wirkung zeigte (besseres Überströmen im Verkläusungsfall). Die Feuerwehr wird oft gerufen. Problem: Sobald der Rechen verstopft ist, staut sich dahinter ein See auf, der Rechen wird dadurch für die Interventionskräfte unzugänglich!	Herr von Ow
		Rückhalt	Prio 2	Eindolungseinlauf liegt in einer sich nach oberstrom ausdehnenden Geländemulde. Einschätzung des Rückhaltevolumens: eher gering; evtl. lohnt sich aber Prüfung mit DTM	
		Kontrollierte Ableitung auf Strassen		Massnahme zu kompliziert (viele Einfahrten, lange Abschnitte müssten mit Leitelementen versehen werden, z.T. enge Platzverhältnisse)	
		Ausdolung + Renaturierung		zu enge Platzverhältnisse	
	Hegibach	ev. Rechen vor Eindolung optimieren Bei "Baggerschaufel-Renaturierung" ist Einlauf in Eindolung bereits zur Hälfte verfüllt. Kleines Becken vor Eindolung für Absetzung des Feinmaterials, bedingt aber regelmässigen Unterhalt.		Kontrollierte Ableitung auf Strassen zu kompliziert; Ausuferung erst ab HQ100 (gelbe Gefährdungsfläche) Kapazität der Eindolung bei HQ100 ungenügend.	
	Ausdolung + Renaturierung		zu enge Platzverhältnisse		
	Altdorferbach	keine geeigneten Massnahmen gesucht		geringes Schadenpotenzial	

Stein am Rhein	Müli- + Fortebach (= Ausläufe aus Unterem Müliweiher)	Kombination mehrerer Massnahmen: Vor den Eindolungseinläufen unterhalb des Unterem Müliweiers (615, 621): - Optimierung der Rechen - Durch Abtrag der Betonkrone (linke Seite) kann eine Art "Streichwehr" geschaffen werden: Hochwasser kann früher nach links oberflächlich übers das Landwirtschaftsland geleitet werden Offener Schacht (wahrscheinlich Überbleibsel der früheren Fabrikanlage) mit Gitterabdeckungen beim Parkplatz (627) gänzlich schliessen, Rechen entfernen (nach Abklärung, ob Bauwerk wirklich nicht mehr gebraucht wird) Rechen bei unterer kurzer revitalisierter Strecke: Optimierung	Prio 1	Vor Eindolungseinläufen (Kanal führt in 2 Eindolungen, gesteuert mit Holzbrettern) unterhalb Unterem Müliweiher: Ein Staubrett oder Schieber beim vorgeschlagenen "Streichwehr" gewährleistet, dass die Feuerwehr bei einem Brandfall das Wasser vor der Eindolung zur Entnahme stauen kann. Dies war der Grund für die Errichtung des Betonbeckens vor der Eindolung.	Herr Moll, Herr Mosimann
		Durchlass Oehningerstrasse: Durchlassvergrößerung		geringes/kein Schadenpotenzial, Massnahme unverhältnismässig	
Ramsen	Wiesholzgraben	Schwachstelle Eindolungseinlauf: Optimierung des Rechens vor dem Eindolungseinlauf, evtl. in Kombination mit vorgeschaltetem Stabrechen im Gerinne	Prio 1	Jetziger Rechen hat ungünstige Abmessungen. Die blaue Gefährdungsfläche verschwindet durch eine Rechenoptimierung nicht (Kapazität der Eindolung ist deutlich kleiner als HQ30). Ausuferung ereignet sich jedoch weniger häufig.	Herr Schmid
		Schwachstelle Durchlass Wiesholzstrasse: Vergrößerung des Durchlasses	Prio 2	Massnahme erst kostenwirksam, wenn konkrete Pläne zur Überbauung der Industriezone vorliegen.	
		Ausdolung + Renaturierung		zu enge Platzverhältnisse	
	Biber, rechtsseitig unterhalb Brücke Brunnengasse	Damm (Ufererhöhung) rechtsseitig	Prio 2	Komplexe Problematik: gemäss revidiertem GSchG muss der Damm ausserhalb des Gewässerbereiches stehen --> steht ca. 8 m im Bauland; falls der gesamte Gewässerbereich nach rechts definiert wird (wegen Strasse und Hauptsammelkanal Abwasser), sogar ca. 16 m - Wer finanziert Damm? - Wertverlust des Baulandes? Fazit: Hochwasserschutzproblem steht in engem Zusammenhang mit den neuen Fragen bezüglich Gewässerraumausscheidung. Spätestens wenn die Bebauung der Parzelle ansteht, muss Problem gelöst sein.	
Buch	Biber, rechtsseitig bei Hauptstrassenbrücke	Oberhalb Brücke: Damm rechtsseitig: evtl. entlang Gebäuden möglich (d.h. nicht mitten in Wiese)	Prio 1	Komplexe Problematik, analog Biber in Ramsen: Abstand des Dammes zum Gerinne in Abhängigkeit des Gewässerraumes gemäss revidiertem GSchG	Herr Tapelet
		Unterhalb Brücke (erst ab HQ100): fixer Objektschutz für Zivilschutzanlage	Prio 2		
		Biber über längeren Abschnitt aufweiten + renaturieren		Umfassende, kostenintensive Massnahme, welche nicht im Rahmen dieser Studie erarbeitet werden kann.	

Effiziente Massnahme?	geeignet
	neutral
	ungeeignet

A3 Kostenschätzung Hochwasserschutzmassnahmen

Die vorliegenden Kosten-Angaben beruhen auf einfachen Abschätzungen. Sie dürfen nicht als Basis für die Budgetierung verwendet werden.
Nicht berücksichtigt sind das Verlegen/der Schutz von Werkleitungen, die Entsorgung von Altlasten sowie Massnahmen zum Schutz des Grundwassers.
Die genaueren zu erwartenden Kosten sind in der weiteren Planungsstufe detailliert festzulegen (unter Inbezugnahme aller Randbedingungen).

Gemeinde	Bach	Massnahmen	Kosten [CHF]	Kostenannahmen
Thayngen, Ortsteil Thayngen	Drachengraben (Drachenbrunnen)	Anpassung Einlaufrechen und Ergänzung mit Steinschlagnetz: - Versetzen des bestehenden Einlaufrechens um 12 cm - Anbringen Steinschlagnetz als Grobrechen, Befestigung mit Ösen und Armierungseisen, Schloss zur Sicherung	10'000	Versetzen bestehender Einlaufrechen: 2'000 CHF Steinschlagnetz: 8'000 CHF
		Leitdamm entlang Reiatstrasse, Länge ca. 110 m, Höhe ca. 0.5 m	15'000	ca. 40 m ³ Dammschüttung à 200 CHF (8'000 CHF), Ansaat 3'000 CHF, Anpassungsarbeiten 4'000 CHF
Thayngen, Ortsteil Bibern	Telengraben	Leitelement (Stellriemen, Länge ca. 45 m, Höhe ca. 40 cm) entlang der nördlichen Grenze der Grundbuchparzelle 254 Schwelle ("Buckel") auf Weinbergstrasse Ableitung unterhalb Weinbergstrasse: - Abtragen des niedrigen Erdwalls entlang der Weinbergstrasse auf einer Länge von ca. 10-20 m - Ersatz Randsteine durch abgesenkte Verteilsteine - Leitplanke als Absturzsicherung	35'000	Stellriemen 45 m à 400 CHF (18'000 CHF), Schwelle 7'000 CHF, Anpassungen am Rand Weinbergstr. 10'000 CHF
Thayngen, Ortsteil Hofen	Altdorferbach	Erddamm, Länge ca. 140 m, Höhe (blosse Annahme -> Abklärung notwendig!) 0.8 m Anpassungen beim Freibad: - Schwelle in Zufahrt - Höherer Stellriemen entlang Zaun (Länge ca. 20 m) Zaun auf oder neben Erddamm, Länge ca. 140 m, in Absprache mit Schule (finanzielle Beteiligung?): nicht Bestandteil der Hochwasserschutzmassnahmen	55'000	ca. 140 m ³ Dammschüttung à 250 CHF (35'000 CHF), Ansaat 4'000 CHF, Stellriemen 20 m à 400 CHF (8'000 CHF), Schwelle 3'000 CHF allg. Anpassungsarbeiten 5'000 CHF, exkl. Zaun

Gemeinde	Bach	Massnahmen	Kosten [CHF]	Kostenannahmen
Thayngen, Ortsteil Altdorf	Wäschbach	Einlaufbauwerk mit Schachtring und Rundlochblech in trichterförmiger Geländemulde	10'000	Vorbereitung / Abbruch bestehendes Einlaufbauwerk / Aushub für "Trichter" 5'000 CHF, Schacht / Rundlochblech 2'000 CHF, Anpassungsarbeiten 3'000 CHF
Stein am Rhein	Mülibach	Ersatz Einlaufrechen vor Eindolung QP615/QP621 durch einen Rechen mit geringeren Stababständen Ersatz Einlaufrechen im offenen Schachtbauwerk beim Parkplatz durch einen Rechen mit grösseren Stababständen (ca. 12 cm) Ersatz Einlaufrechen bei Eindolung vor Oehningerstrasse durch ein Rundgitter oder ein halbkreisförmiges Rundlochblech	10'000	3 Einlaufrechen à 3'000 CHF, Anpassungsarbeiten
Ramsen	Wiesholzgraben	Neues Einlaufbauwerk vor Eindolung oberhalb Weiler Wisholz: - Lamellengitter - Betonmauer - Rohr ca. 10 m - Sickerschacht - kleiner Damm	20'000	Lamellengitter 5'000 CHF, Betonmauer / Rohr / Sickerschacht 10'000 CHF, Damm / Anpassungsarbeiten / Ansaat 5'000 CHF
Buch	Biber	Erddamm, Länge ca. 200 m, Höhe ca. 0.8 m (genauere Abklärungen notwendig)	40'000	ca. 200 m ³ Dammschüttung à 200 CHF, inkl. Ansaat