Stadt Steinheim an der Murr

Kommunales Starkregenrisikomanagement Höpfigheim

04. Mai 2018

Erläuterungsbericht

Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH
Dipl.-Ing. E. Winkler • Dr.-Ing. N. Winkler • Dipl.-Ing. R. Koch • Dr.-Ing. W. Rauscher

Schloßstraße 59 A • 70176 Stuttgart
Telefon 0711-66987-0 • Telefax 0711-66987-20
E-Mail: info@iwp-online.de • Web: www.iwp-online.de

Inhaltsverzeichnis

1. Anlass ... 1

Teil 1: Vorgehensweise beim Starkregenrisikomanagement ... 2

2. Hydraulische Gefährdungsanalyse ... 3

3. Kommunale Risikoanalyse ... 5

4. Handlungskonzept ... 6

Teil 2: Starkregenrisikomanagementkonzept für Höpfigheim ... 8

5. Hydraulische Gefährdungsanalyse ... 8

5.1 Aufbereitung und Verfeinerung des Geländemodells ... 8
5.2 Kanalisation ... 9
5.3 Modellparameter ... 9
5.3.1 Geländeraster ... 9
5.3.2 Rauhigkeiten ... 10
5.3.3 Oberflächenabflusskennwerte ... 10
5.3.4 Ganglinien- und Koordinatendatei ... 11
5.4 Starkregengefahrenkarten ... 12

6. Risikoanalyse ... 13

6.1 Risikobeschreibung ... 13
6.2 Weitere Risikoobjekte und –bereiche ... 25
6.3 Risiken durch geomorphologische Prozesse ... 33

7. Handlungskonzept ... 34

7.1 Informationsvorsorge ... 34
7.2 Kommunale Flächenvorsorge ... 35
7.3 Krisenmanagement ... 37
7.4 Allgemeine, kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen ... 37
7.4.1 Maßnahmen im Außenbereich ... 37
7.4.2 Maßnahmen im Innenbereich ... 38
7.5 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für Höpfigheim ... 40
7.5.1 Bereich Meisenstraße ... 41
7.5.2 Bereich Wolfsgasse ... 46
7.5.3 Bereich Obere Seewiesen ... 46

7.5.4 Bereich südlich des Beutenmühlebachs 50
7.5.5 Maßnahmen im Innenbereich von Höpfigheim 52
7.6 Weitere Maßnahmenvorschläge 55
7.7 Hinweise zur Umsetzung von Rückhaltemaßnahmen 55

8. Zusammenfassung 56

9. Verwendete Unterlagen 59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verfeinerung des Geländemodells 9
Tabelle 2: Verwendete Rauhigkeitswerte 10
Tabelle 3: Berücksichtigte Verdolungen und Durchlässe 11
Tabelle 4: Publikationen zur Informationsvorsorge 35
Tabelle 5: Kennwerte im Bereich Meisenstraße 41
Tabelle 6: Mögliche Maßnahmen im Bereich Meisenstraße 41
Tabelle 7: Kennwerte im Bereich Wolfsgasse 46
Tabelle 8: Mögliche Maßnahmen im Bereich Wolfsgasse 46
Tabelle 9: Kennwerte im Bereich Obere Seewiesen 47
Tabelle 10: Mögliche Maßnahmen im Bereich Obere Seewiesen 47
Tabelle 11: Kennwerte im Bereich südlich des Beutenmühlebachs 50
Tabelle 12: Mögliche Maßnahmen im Bereich südlich des Beutenmühlebachs 51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Maßnahmenbereiche des Handlungskonzeptes (gemäß [1]) 6
Abbildung 2: Graben an der Meisenstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 14
Abbildung 3: Nördlich angrenzende, landwirtschaftliche Flächen (Ortsbegehung am 05.03.2018) 15
Abbildung 4: Tiefliegende Eingänge in der Schwalbenstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018) 15
Abbildung 5: Endwiesenstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018) 16
Abbildung 6: Fußballplatz an der Burgunderstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 17
Abbildung 7: Wolfsgasse und landwirtschaftliche Flächen (Ortsbegehung am 20.04.2018) 18
Abbildung 8: Landwirtschaftliche Flächen nördlich der Wolfsgasse (Ortsbegehung am 20.04.2018) 18
Abbildung 9: Gewerbegebiet Obere Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018) 19
Abbildung 10: Kreisstraße und Gewerbegebiet Obere Seewiesen (Ortsbegehung 05.03.2018) 20
Abbildung 11: Östlich angrenzende, landwirtschaftliche Flächen mit Gräben (Ortsbegehung am 05.03.2018) 20
Abbildung 12: Obere Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018) 21
Abbildung 13: Wendeplatte an den Oberen Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018) 22
Abbildung 14: Landwirtschaftlicher Weg In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018) 23
Abbildung 15: Landwirtschaftlicher Weg Im Vogelherd (Ortsbegehung am 20.04.2018) 23
Abbildung 16: Spielwiese In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018) 24
Abbildung 17: Marbacher Straße (Ortsbegehung am 20.04.2018) 25
Abbildung 18: Tiefgarageneinfahrt in der Hauptstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 26
Abbildung 19: Schaltschrank in der Mühlbachstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018) 27
Abbildung 20: Kreuzung Hauptstraße mit Keltergasse (Ortsbegehung am 20.04.2018) 28

Abbildung 21: Kreuzung Hauptstraße mit Wolfsgasse (Ortsbegehung am 05.03.2018) 29
Abbildung 22: Hauptstraße 62 bis 74 (Ortsbegehung am 20.04.2018) 29
Abbildung 23: Südlicher Teil des Schlosshofs (Ortsbegehung am 05.03.2018) 30
Abbildung 24: Freiwillige Feuerwehr Höpfigheim (Ortsbegehung am 05.03.2018) 30
Abbildung 25: Unterführung der Kreisstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 31
Abbildung 26: Einfahrt zur Kläranlage (Ortsbegehung am 05.03.2018) 32
Abbildung 27: Kläranlage Höpfigheim (Ortsbegehung am 05.03.2018) 32
Abbildung 28: Flächen der geplanten Erweiterung des Baugebiets Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018) 36
Abbildung 29: Möglicher Verlauf einer Verwallung (grüne Linie) am Einlaufbereich des Grabens in der Meisenstraße 43
Abbildung 30: Möglicher Verlauf einer Verwallung im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen 43
Abbildung 31: Bestehendes Einlaufbauwerk mit Rechen in der Meisenstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 44
Abbildung 32: Bestehender Rechen am Einlauf in der Burgunderstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018) 44
Abbildung 33: Beispiel für einen optimierten Rechen 45
Abbildung 34: Beispielhafter Ackerrandstreifen 45
Abbildung 35: Räumung und Unterhaltung des Grabens in den Oberen Seewiesen 49
Abbildung 36: Verlauf einer möglichen Verwallung und Vergrößerung des bestehenden Grabens 49
Abbildung 37: Möglicher Verlauf einer Verwallung (grüne Linie) auf den an die Großbottwarer Straße angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen 50
Abbildung 38: Bestehender Einlauf In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018) 52
Abbildung 39: Bestehender Einlauf Im Vogelherd (Ortsbegehung am 20.04.2018) 52
Abbildung 40: Nutzung der Straße als temporären Retentionsraum mit umgekehrtem Dachprofil (aus [12]) 53
Abbildung 41: Spielwiese In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018) 54

1. Anlass

Wie die Ereignisse in den letzten Jahren gezeigt haben, kann Starkregen auch in Gebieten, in denen keine oder nur sehr kleine Gewässer vorhanden sind, zu Überschwemmungen führen und sowohl Menschenleben fordern als auch hohe Schäden verursachen. Dies haben bspw. die Ereignisse Ende Mai 2016 gezeigt, als Starkregenereignisse in Teilen von Baden-Württemberg große Überschwemmungen verursacht haben. Dazu gehört das Ereignis von Braunsbach in der Region Hohenlohe, wo infolge eines Starkregenereignisses eine Sturzflut ausgelöst wurde, die Geröll, Schlamm und Treibgut mit sich geführt und sehr hohe Schäden im Ort verursacht hat.

Da inzwischen die Hälfte aller Überschwemmungsschäden in Deutschland durch Starkregen verursacht wird [2], ist es notwendig geworden, zu untersuchen inwieweit einzelne Kommunen gefährdet sind und wo Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden können, um Schäden zu vermeiden oder zu minimieren. Dies kann mit einer Gefährdungs- und Risikoanalyse erreicht werden.

Der Stadtteil Höpfigheim war bereits von Starkregenereignissen betroffen, zuletzt im Jahr 2012 als der Schlosshof überflutet wurde. Im Jahr 1997 kam es zu einem Starkregenereignis, das zu großen Schäden führte. Daher hat die Stadt Steinheim an der Murr das Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH, Stuttgart für die Erstellung eines Starkregenrisikomanagementkonzepts für den Stadtteil Höpfigheim beauftragt. Infolgedessen werden Starkregengefahrenkarten zur Darstellung der Gefährdung, eine Risikoanalyse sowie ein Handlungskonzept mit möglichen Maßnahmen zur Minimierung von Schäden durch Starkregenereignisse erstellt.

Teil 1: Vorgehensweise beim Starkregenrisikomanagement

Als Starkregen werden Niederschläge bezeichnet, die in begrenzten Gebieten innerhalb kurzer Zeit mit sehr hohen Intensitäten und Mengen auftreten [1]. Starkregenereignisse und damit verbundene Sturzfluten treten verstärkt in den Sommermonaten von Mai bis September auf, da diese durch konvektive Niederschlagsereignisse versursacht werden. Diese entstehen wiederum durch starke, vertikale Strömungen warmer und feuchter Luft [2].

Starkregenereignisse sind aufgrund ihres lokalen Charakters, im Vergleich zu Flusshochwassern, schwer vorhersagbar und können auch an Orten abseits von Gewässern Überflutungen auslösen. Daher können grundsätzlich alle Regionen von Starkregenereignissen betroffen sein. Durch die hohen Niederschlagsintensitäten kommt es hauptsächlich zu Oberflächenabfluss. Dieser kann, vor allem in Senken, zu großflächigen Überschwemmungen führen. In steileren Gebieten kann es zu Sturzfluten kommen, die Erde, Geröll und Treibgut mit sich führen [1] [3]. Einflussfaktoren auf das Schadensausmaß von Starkregenereignissen sind die Topographie, die räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge, die Wasserspeicherkapazität der Böden, die Leistungsfähigkeit kommunaler Gewässer und der Kanalisation sowie die Bebauung und Flächen- bzw. Landnutzung [2] [3]. Schäden bei Starkregenereignissen entstehen durch Wassereintritt in Gebäude oder durch wild abfließendes Oberflächenwasser, evtl. in Verbindung mit Schlamm und Geröll. Weitere Schäden können durch den Austritt wassergefährdender Stoffe entstehen. Gefahr für Leib und Leben besteht z.B. durch Ertrinken, was vor allem eine Gefahr für Kinder oder für eingeschlossene Personen in tieferliegenden Gebäudeteilen darstellt [1].

Zur Abschätzung der Gefährdung und Risiken durch Starkregenereignisse einer Kommune empfiehlt der im Jahr 2016 erschienene Leitfaden für Kommunales Starkregenrisikomanagement der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) [1] ein dreistufiges Vorgehen. Die drei Stufen setzen sich zusammen aus der hydraulischen Gefährdungsanalyse, der Risikoanalyse und der Aufstellung eines Handlungskonzeptes zur Minimierung von Risiken. Die Erstellung eines Konzeptes für das kommunale Starkregenrisikomanagement gemäß des Leitfadens der LUBW ist mit einem Fördersatz von 70 Prozent nach Nr. 12.7 FrWw förderfähig. Die drei Stufen des kommunalen Starkregenrisikomanagements werden im Folgenden kurz erläutert.

2. Hydraulische Gefährdungsanalyse

Die erste Stufe des Starkregenrisikomanagementkonzepts befasst sich mit der Analyse der Überflutungsgefahr bei Starkregen. Hierfür werden Starkregengefahrenkarten erstellt. Diese stellen die potenziellen Abflusswege und Überflutungsausdehnungen sowie deren Tiefen und Fließgeschwindigkeiten dar.

Die Starkregengefahrenkarten basieren auf einer zweidimensionalen hydraulischen, instationären Modellierung. Die Eingangsdaten für die Modellierung sind zum einen Oberflächenabflusswerte je Flächeneinheit, die sich aus Niederschlags- und Bodeneigenschaften zusammensetzen, und zum anderen die Topographie.

Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) stellt die Oberflächenabflusskennwerte (OAK) mit einer Auflösung von 1x1 m zur Verfügung. Die OAK liegen in der Einheit 1/10 mm vor. Die OAK wurden mit einem einheitlichen Verfahren basierend auf einer statistischen Analyse von Starkregenereignissen und dem bodenhydrologischen Modell RoGeR (RunOff Generation Research) des Hydrologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg erstellt. Die Starkregengefahrenkarten werden für die drei folgenden Oberflächenabflussszenarien erstellt:

- Selten (SEL)
- Außergewöhnlich (AUS)
- Extrem (EXT)

Diese Oberflächenabflussszenarien werden durch statistische Niederschlagsereignisse (1 Stunde) generiert und anhand der Bodenverhältnisse modifiziert. Dabei basiert das seltene Szenario auf einem statistischen Niederschlagsereignis mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren, das außergewöhnliche auf einem statistischen Niederschlagsereignis von 100 Jahren und das extreme Szenario auf einem extremen Ereignis von 128 mm in der Stunde. Diesen Oberflächenabflussszenarien kann keine Jährlichkeit zugeordnet werden, da unterschiedliche Parameter, wie Niederschlag, Boden und Vorfeuchte, kombiniert werden.

Die Daten zur Topographie liegen als hydraulisch modifiziertes Geländemodell vor, welches auch für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten verwendet wurde. Das Geländemodell wird als unregelmäßiges Dreiecksnetz im ESRI-TERRAIN-Format (HydTERRAIN) ausgeliefert. Das HydTERRAIN wird von der LUBW zur Verfügung gestellt und basiert auf Laserscan-Befliegungen aus den Jahren 2001 bis 2005 vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL).

Das HydTERRAIN wird für die lokale Anwendung überprüft und mit Informationen zu abflussrelevanten Strukturen oder Bauwerken, z.B. Verdolungen und Unterführungen, verfeinert und ergänzt (s. Kapitel 5.1). Hierfür können verschiedene Hilfsdatensätze verwendet werden (z.B. ALKIS, Basis-DLM). Ergänzend wird eine Ortsbegehung durchgeführt. Die Bebauung wird anhand der ALKIS-Daten ergänzt.

Für die Simulation der Starkregengefahrenkarten wird die ArcGIS-Erweiterung FloodArea^{HPC}-Desktop, Version 10.3.0.734 der geomer GmbH und der Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank Gbr verwendet. Zur Anwendung von FloodArea wird ArcMap 10.5 von ESRI genutzt. FloodArea ist ein vereinfachtes, zweidimensionales hydraulisches Modell und wird zur Berechnung von Überflutungsflächen verwendet. Hierfür stehen drei Berechnungsvarianten zur Verfügung. Für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten wird die dritte Variante „Beregnung“ angewendet, bei der das Gelände mit einem vorgegebenen Niederschlagsverlauf überregnet wird [4]. Die Eingangsdaten für die Erstellung von Starkregengefahrenkarten mit FloodArea sind die folgenden:

- Oberflächenabflusskennwerte
- Geländemodell
- Rauhigkeitsbeiwerte (k_{St} in $m^{1/3}/s$)
- ASCII-Datei zur Umrechnung der Oberflächenabflusskennwerte und ggf. der Leistungsfähigkeit von Verdolungen (Gangliniendatei)
- Ggf. ASCII-Datei mit den Koordinaten von Verdolungen (Koordinatendatei)

Für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten werden mehrere Berechnungsläufe durchgeführt. Hierfür werden die Abflusswege soweit wie möglich plausibilisiert und das Geländemodell sowie die Modellparameter entsprechend verfeinert bzw. angepasst. Der erste Berechnungslauf enthält keine Verfeinerungen des Geländemodells.

Als Ergebnis der Modellierung werden Starkregengefahrenkarten für jedes Szenario für die jeweiligen maximalen Überflutungsausdehnungen, -tiefen und Fließgeschwindigkeiten sowie eine Übersicht der maximalen Überflutungsausdehnung für alle drei Szenarien erstellt. Außerdem werden Animationen zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Überflutungsausdehnung erstellt.

3. Kommunale Risikoanalyse

Die Risikoanalyse erfolgt in drei Schritten, wobei aus den Starkregengefahrenkarten und dem örtlichen Schadenspotenzial auf das Überflutungsrisiko verschiedener Gemeindebereiche geschlossen wird und besonders risikobehaftete Bereiche identifiziert werden. Der Fokus der Risikoanalyse liegt auf öffentlichen Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen.

Die drei Schritte der Risikoanalyse sind:

1. Analyse der Starkregengefahrenkarten
2. Identifizierung kritischer Bereiche und Objekte
3. Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken

Im ersten Schritt wird die Überflutungsgefährdung für die Gemeinde aus den Starkregengefahrenkarten ermittelt und durch weitere Informationen zu Gefahren durch Gerölltransport, Hangrutschungen und Erosionsgefährdung ergänzt. Hierbei liegt der Fokus auf Gemeindebereichen, die bei Starkregenereignissen von einer starken Überflutungsausdehnung, großen Überflutungstiefen oder hohen Fließgeschwindigkeiten betroffen sind.

Der zweite Schritt befasst sich mit der Analyse des Schadenpotenzials durch die Ermittlung kritischer Bereiche, Risikoobjekte und Infrastruktureinrichtungen insbesondere der Gemeinde. Durch eine flächenbezogene Analyse werden besonders schadensrelevante oder schützenswerte Bereiche identifiziert. Dabei werden sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Schäden betrachtet. Monetäre Schäden entstehen u.a. an Gebäuden, öffentlichen Einrichtungen, Industrieanlagen, der Infrastruktur, Gewässern und wasserbaulichen Anlagen oder durch den Ausfall von Produktions- und Dienstleistungsprozessen sowie in der Land- und Forstwirtschaft, wohingegen sich nicht-monetäre Schäden auf die Gefährdung der menschlichen Gesundheit, der Umwelt oder der Beschädigung von Kulturgütern beziehen. Identifizierte, kritische Bereiche und Risikoobjekte werden in den Starkregengefahrenkarten kenntlich gemacht.

Als dritter Schritt wird das Überflutungsrisiko durch eine Kombination der Gefährdung und des Schadenspotenzials ermittelt und bewertet. Hierbei werden die im zweiten Schritt ausgemachten, kritischen Bereiche hinsichtlich ihres Risikos geordnet. Die Risikoeinschätzung umfasst die Kategorien gering, mittel und hoch. Für die Risikoeinschätzung können bestimmte Leitfragen herangezogen werden. Diese beziehen sich z.B. auf das höchste Überflutungsrisiko, Gefahren für Leib und Leben, betroffene kritische Objekte, Einrichtungen, die spezielle Hilfe benötigen, notwendige Infrastruktur- und Versorgungsreinrichtungen, die nicht ausfallen dürfen sowie mögliche Zugangs- und Rettungswege oder zu erwartende Schäden durch Gerölltransport. Für besonders betroffene, kommunale Objekte wird ein sogenannter Risikosteckbrief erstellt. Dieser wird teilweise durch die Gemeinde ausgefüllt und enthält eine kurze Darstellung des bestehenden Überflutungsrisikos, basierend auf einer Ersteinschätzung, eine Bilddokumentation sowie erste Maßnahmenoptionen.

4. Handlungskonzept

Der dritte Teil des Starkregenrisikomanagements umfasst ein kommunales Handlungskonzept, welches auf Basis der Risikoanalyse erstellt wird. Dieses zielt auf mögliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung von Schäden und Risiken durch Starkregenereignisse ab und stellt eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe der beteiligten Akteure dar. Das Handlungskonzept enthält mögliche Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Kommune, die zur Vermeidung und Minimierung von Schäden und Gefahren durch Starkregenereignisse beitragen. Die Maßnahmen des Handlungskonzeptes können vier verschiedenen Bereichen zugeordnet werden (s. Abbildung 1). Diese Bereiche umfassen die Informationsvorsorge, kommunale Flächenvorsorge, Krisenmanagement und kommunale bauliche Maßnahmen.

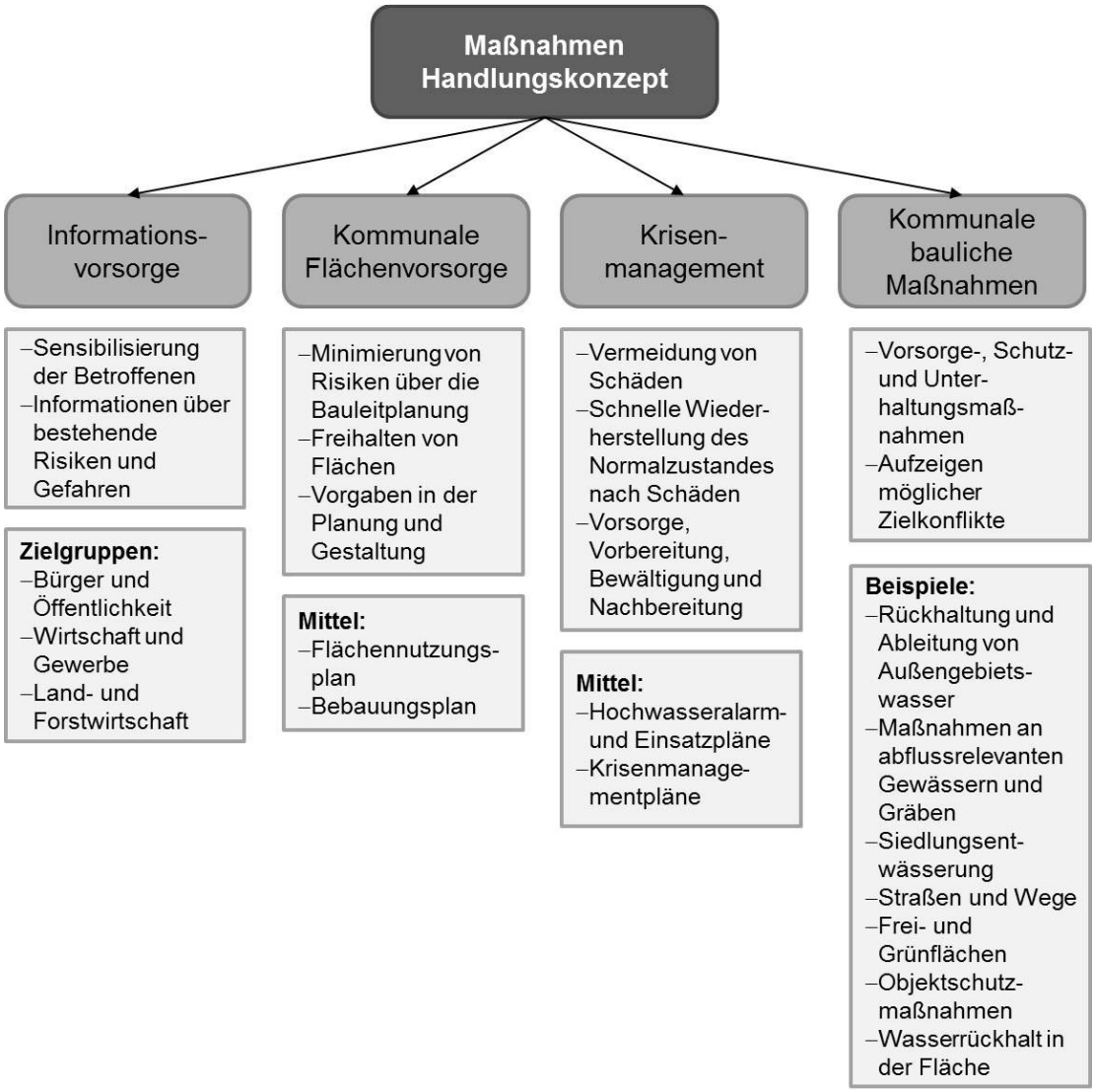

Abbildung 1: Maßnahmenbereiche des Handlungskonzeptes (gemäß [1])

Das Handlungskonzept zeigt kommunale bauliche Vorsorge-, Schutz- und Unterhaltungsmaßnahmen auf und definiert Bereiche für deren Umsetzung. Die detaillierte Planung baulicher Maßnahmen erfolgt nicht im Rahmen des Handlungskonzeptes.

Kommunale bauliche Maßnahmen können nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw) förderfähig sein, wenn sie Überschwemmungen aus den Außenbereichen, verursacht von seltenen oder außergewöhnlichen Ereignissen, zurückhalten oder umleiten und somit zum Schutz der unterhalb liegenden Bebauung beitragen (Nr. 12.1 FrWw). Hierzu gehören Verwallungen, Leitdämme, Mauern oder Gräben, die wild abfließendes Wasser fassen und in einen Vorfluter ableiten. Dabei bemisst sich der Fördersatz gemäß Nr. 15.1 FrWw nach der Pro-Kopf-Belastung. Förderfähig sind hierbei die Herstellungskosten, der erforderliche Grunderwerb, geotechnische und landschaftsplanerische Sonderingenieurleistungen sowie die Planung und Bauleitung als Pauschale gemäß Nr. 7 FrWw.

Nicht förderfähig sind Maßnahmen zum Schutz von bebauten Gebieten, welche nach dem 18.02.1999 erschlossen wurden, Maßnahmen im Innenbereich, die die Siedlungsentwässerung und die Stadt- und Infrastrukturplanung betreffen sowie Maßnahmen, die Sturzfluten und Überschwemmungen aus dem Innenbereich bewältigen.

Teil 2: Starkregenrisikomanagementkonzept für Höpfigheim

Das Betrachtungsgebiet für die Erstellung des Starkregenrisikomanagementkonzepts Höpfigheim hat eine Gesamtfläche von ca. 3,3 km². Dabei beträgt die Siedlungsfläche ca. 0,6 km² und umfasst bebautes Gebiet mit Gärten, Straßen und Plätzen. Die Außengebiete haben eine Fläche von ca. 2,7 km². Sie sind vorwiegend landwirtschaftlich genutzt und weisen eine Hangneigung in Richtung Höpfigheim auf. Im Betrachtungsgebiet liegt die gesamte Ortslage Höpfigheim bis zur Einmündung des Beutenmühlebachs in den Neckar. Die Autobahn A81 quert das Untersuchungsgebiet. Eine Übersicht des berechneten Einzugsgebiets ist in Teil B – Plan Nr. 1 dargestellt.

Der Beutenmühlebach fließt durch die Ortslage Höpfigheim. Für diesen liegen Hochwassergefahrenkarten (HWGK) vor. Daraus kann entnommen werden, dass es bei einem HQ_{100} zu Überflutungen entlang des Beutenmühlebachs in der Ortslage kommt. Hierbei sind hauptsächlich die angrenzenden Gärten betroffen [6]. Da für den Beutenmühlebach Hochwassergefahrenkarten vorliegen, wird dieser in der Berechnung als unbegrenzt leistungsfähig angesetzt, um eine parallele Gefahrenkarte zur HWGK zu vermeiden. Die Hochwassergefahrenkarten stellen die Gefahren durch Hochwasser aus dem Gewässer dar, wohingegen die Starkregengefahrenkarten die Gefährdung durch wild abfließendes Oberflächenwasser hin zum Gewässer betrachten [1].

Der Stadtteil Höpfigheim war bereits 1997 von einem Starkregenereignis betroffen. Dabei kam es vor allem in den Oberen Seewiesen und im Schlosshof zu großflächigen Überflutungen.

5. Hydraulische Gefährdungsanalyse

Das folgende Kapitel beschreibt die notwendigen Schritte und Modellparameter für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten. Die Simulationszeit für das Einzugsgebiet in Höpfigheim beträgt drei Stunden (eine Stunde Beregnungszeit und zwei Stunden Nachlauf).

5.1 Aufbereitung und Verfeinerung des Geländemodells

Das von der LUBW zur Verfügung gestellte Geländemodell HydTERRAIN wird mit für Starkregenereignisse relevanten Bauwerken und Strukturen ergänzt, die im Zuge zweier Ortsbegehungen am 05.03.2018 und 20.04.2018 sowie durch Beobachtungen früherer Ereignisse mit ermittelt wurden. Die ergänzten Strukturen für die Verfeinerung des Geländemodells sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Verfeinerung des Geländemodells

Bereich	Struktur
Durchbruch Unterführung Straße K1611 unter der A81	Anpassung an das Straßenniveau
Gräben auf den landwirtschaftlichen Flächen nördlich der Meisenstraße	ca. 1,5 m breit, ca. 0,5 m tief
Gräben an der Grundschule, Burgunderstraße und Endwiesenstraße	ca. 1,5 m breit, ca. 0,5 m tief
Gräben an der Kreisstraße und an den Oberen Seewiesen	ca. 1,5 m breit, ca. 0,5 m tief
Obere Seewiesen 4 bis 8	Vergleichmäßigung des Geländes
Graben Im Vogelherd, entlang Feldweg bis Einlauf Verdolung	ca. 1,2 m breit, ca. 0,5 m tief

5.2 Kanalisation

Aufgrund von Informationen der Stadt Steinheim an der Murr wird angenommen, dass die Kanalisation ab einem seltenen Abflussereignis keine Zuflüsse mehr aufnehmen kann.

5.3 Modellparameter

Das verwendete Programm FloodArea benötigt für die Berechnung georeferenzierte TIF-Raster des Geländemodells, der Rauhigkeiten und der Oberflächenabflusskennwerte (OAK). Diese haben gemäß den Eingangsdaten eine Zellgröße von 1 x 1 m und werden für das Untersuchungsgebiet zugeschnitten. Außerdem werden eine Ganglinien- und eine Koordinatendatei benötigt.

5.3.1 Geländeraster

Das HydTERRAIN wurde für die Verwendung in FloodArea in ein TIF-Raster mit einer Zellgröße von 1 x 1 m umgewandelt und auf den Untersuchungsbereich zugeschnitten. Die Gebäude wurden als nicht durchflossene Objekte angenommen und zum Geländemodell anhand der ALKIS Daten hinzugefügt. Tiefgaragen wurden aus den ALKIS Daten entfernt, um eine Erhöhung zu verhindern.

Der Abschnitt des Beutenmühlebachs für den eine HWGK vorliegt, wurde für die Berechnung um 1000 m heruntergesetzt. Der Modellrand wurde für die Berechnung um 500 m heruntergesetzt, um einen Aufstau am Modellrand zu verhindern.

5.3.2 Rauhigkeiten

Die Rauhigkeiten wurden für den ersten Berechnungslauf mithilfe der tatsächlichen Nutzung aus dem Basis-DLM abgeleitet. Da diese jedoch keine Straßen und Wege beinhalten, wurden zusätzlich die ALKIS-Daten mit der Nutzung verschnitten. Für die Berechnung mit FloodArea wurde ein TIF-Raster für das Untersuchungsgebiet erstellt. Dieses enthält die Rauhigkeitswerte gemäß Tabelle 2.

Tabelle 2: Verwendete Rauhigkeitswerte

Klasse	Rauhigkeit k_{St} [$m^{1/3}/s$]
Ackerland	14
Wald (Laub-, Nadelholz), Gehölz	10
Obstplantage	15
Grünland, Friedhof, Industrie- und Gewerbefläche, Wohnbaufläche, Gartenland, Streuobstwiese, Weingarten, Gebäude- und Freifläche Erholung, Schwimmbad/Freibad, Öffentliche Zwecke	20
Fließgewässer	25
Straßen, Wege	35

5.3.3 Oberflächenabflusskennwerte

Nach der Empfehlung des Leitfadens wurde für die Szenarien eines seltenen und außergewöhnlichen Ereignisses von verschlämmten Böden ausgegangen, da anzunehmen ist, dass im Untersuchungsgebiet aufgrund der vorhandenen Bodentypen (Löss) eine Verschlämmung wahrscheinlich ist (s. auch Kapitel 6.3). Bei einem extremen Abflussszenario wird in jedem Fall von verschlämmten Böden ausgegangen [1]. Daher wurden in Höpfigheim für alle Szenarien die OAK für verschlämmte Böden verwendet.

Für die Simulation des Starkregenereignisses wurde die Option „Beregnung“ von FloodArea verwendet. Als Eingangsdaten wird eine Beregnungsfläche als Raster und eine Beregnungsganglinie benötigt. Das Raster dient als Gewichtung der Beregnungsganglinie. Enthält das Raster den Wert 0, erfolgt für diese Zellen keine Wasserzufuhr. Der Wert 1 bedeutet 100% Abfluss. Die Beregnungswerte müssen für FloodArea in der Einheit mm/h vorliegen. Da die Oberflächenabflusskennwerte bereits als Raster ausgeliefert werden, mussten diese für die Verwendung in FloodArea bearbeitet werden. Die vorliegenden OAK-Raster wurden daher durch 100 dividiert. Um die korrekte Einheit mm/h zu erhalten, wurden die vorliegenden Raster (in 1/10 mm/h und 5 min Zeitschritten) durch die Beregnungsganglinie mit 120 multipliziert.

Für die Berechnung werden die in 5-Minuten-Zeitschritten und als TIF-Raster vorliegenden OAK für das Untersuchungsgebiet zugeschnitten.

5.3.4 Ganglinien- und Koordinatendatei

Das Programm FloodArea benötigt eine Gangliniendatei im TXT-Format und eine Koordinatendatei im KOO-Format. Die Gangliniendatei enthält einen Umrechnungsfaktor für die Oberflächenabflusswerte. Außerdem wird mit der Gangliniendatei die Leistungsfähigkeit von Verdolungen und Durchlässen berücksichtigt.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich das HWGK-Gewässer Beutenmühlebach. Daher wurde für die Verdolungen des Beutenmühlebachs pauschal eine Leistungsfähigkeit von 10 m³/s angesetzt, um einen Aufstau zu verhindern. Für die Gräben wurde der Durchfluss anhand des Durchmessers und Gefälles grob berechnet und im Modell berücksichtigt. Die Tabelle 3 zeigt die angesetzten Leistungsfähigkeiten für die Verdolungen und Durchflüsse.

Tabelle 3: Berücksichtigte Verdolungen und Durchlässe

Struktur	Angesetzte Leistungsfähigkeit der Verdolung/Durchlass [m³/s]
Grabendurchlass im Gewerbegebiet Obere Seewiesen	ca. 0,2
Grabendurchlass unter der Kreisstraße	ca. 0,8
1. Grabendurchlass nordwestlich der Meisenstraße	ca. 0,2
2. Grabendurchlass nordwestlich der Meisenstraße	ca. 0,1
3. Grabendurchlass nordwestlich der Meisenstraße	ca. 0,2
Grabendurchlass am Fußballplatz	ca. 0,1
Grabendurchlässe entlang des landwirtschaftlichen Wegs Im Vogelherd (4 Stück)	ca. 0,1
Einlauf Meisenstraße	ca. 0,5
Einlauf Burgunderstraße	ca. 0,1
Einlauf In der Au	ca. 0,1
Einlauf Im Vogelherd	ca. 0,9

Die Einläufe in der Meisenstraße, Burgunderstraße, In der Au und Im Vogelherd werden nur beim seltenen Abflussereignis berücksichtigt. Ab dem außergewöhnlichen Abflussereignis wird angenommen, dass die Einläufe verklaust sind bzw. die Kanalisation überlastet ist und kein Abfluss mehr abgeführt werden kann.

Die Gangliniendatei enthält die Durchflüsse pro Verdolung und Durchlass gemäß Tabelle 3. Die Lage der Verdolungen und Durchlässe ist in der Koordinatendatei festgelegt.

5.4 Starkregengefahrenkarten

Die Ergebnisse der Gefährdungsanalyse sind in den Starkregengefahrenkarten für Höpfigheim dargestellt. Eine Übersicht, jeweils für die Abflussereignisse selten, außergewöhnlich und extrem, ist in Teil B – Plan Nr. 2 SEL bis EXT dargestellt. Die Detailkarten der Überflutungstiefen für Höpfigheim West und Ost sind je Abflussereignis in Teil B - Plan Nr. 3.1 SEL bis EXT (Höpfigheim West) und Nr. 3.2 SEL bis EXT (Höpfigheim Ost) enthalten. Die Überflutungsausdehnung für alle Abflussereignisse ist in Teil B – Plan Nr. 4.1 und 4.2 dargestellt. Die Fließgeschwindigkeiten sind in Teil B – Plan Nr. 5.1 SEL bis EXT und Nr. 5.2 SEL bis EXT dargestellt.

Für eine detaillierte Ansicht der Starkregengefährdung sollten die Karten der Überflutungstiefe und der Fließgeschwindigkeiten zusammen betrachtet werden. In den Starkregengefahrenkarten werden Überflutungstiefen unter 5 cm nicht dargestellt. In steilen Bereichen können sehr hohe Fließgeschwindigkeiten in Verbindung mit sehr geringen Überflutungstiefen auftreten.

6. Risikoanalyse

Die Risikoanalyse umfasst drei Schritte. Dies sind die Analyse der Starkregengefahrenkarten und weiterer Gefahren, die Identifizierung kritischer Bereiche und Objekte sowie die Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial. Gefährdete Objekte und Bereiche sind in den Übersichtskarten dargestellt (s. Teil B – Plan Nr. 2 SEL bis EXT).

Gemäß dem Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ [1] bestehen für die unterschiedlichen Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten potenzielle Gefahren. Diese sind tabellarisch in Teil C enthalten und können als Interpretationshilfe für die Starkregengefahrenkarten herangezogen werden.

6.1 Risikobeschreibung

Anhand der Starkregengefahrenkarten konnten für den Stadtteil Höpfigheim hauptsächlich vier Außenbereiche identifiziert werden, die zu Überflutungen in der Ortslage führen.

Die Risikobeschreibung erfolgt jeweils für die verschiedenen Bereiche.

Bereich Meisenstraße

Die Meisenstraße, Schwalbenstraße, Endwiesenstraße und die angrenzende Bebauung sind bereits bei einem seltenen Abflussereignis von Überflutungen mit einer durchschnittlichen Überflutungstiefe von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,1 m/s. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,3 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,5 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 2,0 m/s. Beim extremen Abflussereignis kann es in der Endwiesenstraße zu Überflutungstiefen über 1,0 m kommen. Im Bereich Meisenstraße besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Schlamm- und Materialtransport von den nördlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen [5].

Aufgrund der hohen Anzahl an betroffenen Gebäuden, vor allem in der Endwiesenstraße und Schwalbenstraße, sowie der hohen Fließgeschwindigkeiten, Überflutungsausbreitung und der Gefährdung durch Schlammtransport besteht im Bereich Meisenstraße ein hohes Risiko.

Das Oberflächenwasser stammt von den nördlich der Meisenstraße angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen und fließt über den Graben und den landwirtschaftlichen Weg in die Meisenstraße, Schwalbenstraße, Endwiesenstraße und Gartenstraße (s. Abbildung 2 und Abbildung 3). Besonders betroffen ist die Bebauung in der Schwalbenstraße und Endwiesenstraße (s. Abbildung 4 und Abbildung 5). Von dort fließt das Oberflächenwasser über die Hauptstraße und Mühlbachstraße in Richtung Beutenmühlebach.

In der Meisenstraße und Endwiesenstraße befindet sich jeweils ein Einlauf in die Kanalisation. Dieser wird ab einem außergewöhnlichen Ereignis als verklaust angenommen bzw. es wird angenommen, dass die Kanalisation überlastet ist und kein Zufluss mehr abgeführt werden kann. Der bestehende Graben und Einlauf ist bereits bei einem seltenen Abflussereignis überlastet.

Abbildung 2: Graben an der Meisenstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 3: Nördlich angrenzende, landwirtschaftliche Flächen (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 4: Tiefliegende Eingänge in der Schwalbenstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Abbildung 5: Endwiesenstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Nördlich der Grundschule Höpfigheim fließt Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen am Gebäude vorbei. Hierdurch kann es zum Wassereintritt durch die Kellerfenster kommen (s. Risikosteckbrief Grundschule Höpfigheim – Teil C). Es besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Schlamm- und Materialtransport von den nördlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen [5]. Das Oberflächenwasser fließt über den bestehenden Graben zum Einlauf in die Endwiesenstraße. Dieser kann ab einem seltenen Abflussereignis, keine Zuflüsse mehr abführen, daher fließt das Wasser oberflächlich über die Endwiesenstraße in die Ortslage ab. Bereits bei einem seltenen Abflussereignis fließt Oberflächenwasser über den Fußballplatz (s. Abbildung 6).

Abbildung 6: Fußballplatz an der Burgunderstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Bereich Wolfsgasse

Die Wolfsgasse ist bereits bei einem seltenen Abflussereignis von Fließgeschwindigkeiten über 1,0 m/s betroffen. Beim Durchqueren des Abflussstroms besteht daher Gefahr für Leib und Leben. Bei einem seltenen Abflussereignis kommt es zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,2 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,8 m/s. Das Oberflächenwasser fließt von der Wolfsgasse in die Hauptstraße und in die angrenzende Bebauung der Backhausstraße und der Oberen Seewiesen. Das Oberflächenwasser sammelt sich auf den Grundstücken an der Kreuzung Backhausstraße und Obere Seewiesen.

Im Bereich Wolfsgasse besteht eine geringe Überflutungsgefährdung. Es treten jedoch bereits beim seltenen Abflussereignis hohe Fließgeschwindigkeiten auf, was zu einer Gefahr für Leib und Leben und zu Schäden an der Straßeninfrastruktur führen kann. Daher besteht im Bereich Wolfsgasse ein mittleres Risiko.

Das Oberflächenwasser stammt teilweise von den nördlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen und fließt von diesen auf die Wolfsgasse (s. Abbildung 7). Durch die mittlere bis hohe Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen kann es zum Schlamm- und Materialtransport in die Ortslage kommen [5]. Besonders betroffen ist hiervon die direkt angrenzende Bebauung in der Wolfsgasse. Die vorhandene Grünfläche zwischen den

landwirtschaftlichen Flächen und der angrenzenden Bebauung führt zu einer Verringerung der Erosionsgefährdung in diesem Bereich (s. Abbildung 8).

Abbildung 7: Wolfsgasse und landwirtschaftliche Flächen (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Abbildung 8: Landwirtschaftliche Flächen nördlich der Wolfsgasse (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Bereich Obere Seewiesen

Die Straße Obere Seewiesen östlich des Beutenmühlbachs und das Gewerbegebiet (s. Abbildung 9) ist teilweise bereits bei einem seltenen Abflusser-

eignis von Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,4 m/s betroffen. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,6 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,2 m/s.

Abbildung 9: Gewerbegebiet Obere Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Von den östlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen fließt Oberflächenwasser über den bestehenden Graben und die Kreisstraße in das Gewerbegebiet Obere Seewiesen (s. Abbildung 10 und Abbildung 11). Die bestehenden Grabenstrukturen und Durchlässe sind bereits bei einem seltenen Abflussereignis überlastet. Das Oberflächenwasser fließt durch das Gewerbegebiet in den Beutenmühlebach. Im Bereich der Oberen Seewiesen 40 bis 44 fließt ebenfalls Oberflächenwasser von der Kreisstraße in das Gewerbegebiet. Die Kreisstraße wird bereits bei einem seltenen Abflussereignis an zwei Stellen überströmt mit Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,7 und 1,2 m/s. Dies kann zu Schäden an der Straßeninfrastruktur führen.

Abbildung 10: Kreisstraße und Gewerbegebiet Obere Seewiesen (Ortsbegehung 05.03.2018)

Abbildung 11: Östlich angrenzende, landwirtschaftliche Flächen mit Gräben (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Die Straße Obere Seewiesen westlich des Beutenmühlbachs und die angrenzende Bebauung (s. Abbildung 12) ist teilweise bereits bei einem seltenen Abflussereignis von Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,3 m/s betroffen. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,4 m und durchschnittli-

chen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,5 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,6 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s.

Abbildung 12: Obere Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Über die Großbottwarer Straße und die angrenzende Bebauung fließt Oberflächenwasser aus der Waldstraße und Schafäckerstraße über die Wendeplatte in die Oberen Seewiesen (s. Abbildung 13). Außerdem fließt Oberflächenwasser von der Wolfsgasse und der Kälblingstraße über die Hauptstraße und Backhausstraße in die Oberen Seewiesen. Das Oberflächenwasser sammelt sich in der Geländesenke auf den Grundstücken in der Backhausstraße und den Oberen Seewiesen. Hierbei kommt es auf den Grundstücken bei einem seltenen Abflussereignis bereits zu Überflutungstiefen von über 1,0 m.

Abbildung 13: Wendeplatte an den Oberen Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Im Bereich Obere Seewiesen besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Schlamm- und Materialtransport von den östlich liegenden, erosionsgefährdeten, landwirtschaftlichen Flächen [5].

Für den gesamten Bereich Obere Seewiesen besteht aufgrund der Überflutungsgefährdung und der Art (Gewerbegebiet) und Anzahl der betroffenen Gebäude ein hohes Risiko.

Bereich südlich des Beutenmühlebachs

Südlich des Beutenmühlebachs fließt vor allem in den Straßen Im Vogelherd, Wacholderbergstraße, Schlossgartenstraße, In der Au, Fichtenstraße und Marbacher Straße Oberflächenwasser in Richtung Beutenmühlebach ab und führt teilweise zu Überflutungen der angrenzenden Bebauung. Das Oberflächenwasser fließt teilweise von den landwirtschaftlichen Wegen in die Ortslage. Hierzu sind besonders die landwirtschaftlichen Wege In der Au und Im Vogelherd zu nennen (s. Abbildung 14 und Abbildung 15).

Abbildung 14: Landwirtschaftlicher Weg In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Abbildung 15: Landwirtschaftlicher Weg Im Vogelherd (Ortsbegehung am 20.04.2018)

In der Bebauung Im Vogelherd und Schlossgartenstraße kommt es bei einem seltenen Abflussereignis zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,3 m/s. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,4 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s.

In der Au kommt es bei einem seltenen Abflussereignis zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,3 m/s. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,5 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,5 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,0 m/s. In der Au ist vor allem die Bebauung mit tiefliegenden Eingängen von Überflutungen betroffen. Auf der Spielwiese In der Au (s. Abbildung 16) sammelt sich bereits bei einem seltenen Abflussereignis Oberflächenwasser und es kommt zu Überflutungstiefen von ca. 0,5 m.

Abbildung 16: Spielwiese In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018)

In den Straßen mit hohem Gefälle, vor allem die Marbacher Straße (s. Abbildung 17) und Fichtenstraße, kommt es bei einem seltenen Abflussereignis zu durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s.

Abbildung 17: Marbacher Straße (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Im Bereich südlich des Beutenmühlebachs besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Schlamm- und Materialtransport von den südlich liegenden, erosionsgefährdeten, landwirtschaftlichen Flächen [5].

Aufgrund der geringen Anzahl betroffener Gebäude sowie der Überflutungsgefährdung besteht im Bereich südlich des Beutenmühlebachs ein geringes Risiko.

6.2 Weitere Risikoobjekte und –bereiche

Außerhalb der oberhalb genannten Gefährdungsbereiche kann es zu Überflutungen von tiefliegenden Gebäudeteilen, z.B. Tiefgaragen oder Eingängen, sowie von innerörtlichen Straßen kommen. Weitere Risikoobjekte sind die vorhandenen Schaltschränke und Umformer auf der Gemarkung Höpfigheim, die von Überflutungen durch Starkregenereignisse betroffen sind.

Für Tiefgaragen, Eingänge und Garageneinfahrten sowie Fenster, Kellerfenster und Terrassentüren auf Straßenniveau oder tiefer besteht, je nach Lage und Ausstattung, ein erhöhtes Schadenspotential und Überflutungsrisiko. Hierzu kann beispielhaft die Tiefgarageneinfahrt in der Hauptstraße genannt werden (s. Abbildung 18).

Abbildung 18: Tiefgarageneinfahrt in der Hauptstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Die Hauptstraße ist bereits bei einem seltenen Abflussereignis von Überflutungen aus den nördlich angrenzenden Straßen betroffen. Es kann durch die hohen Fließgeschwindigkeiten und Überflutungstiefen an den Geländetiefpunkten bzw. Kreuzungen zu einer Unpassierbarkeit der Hauptstraße während einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommen. Das Wasser läuft nach dem Starkregenereignis in Richtung Beutenmühlebach ab (s. Animationen – Teil B). Vor allem an den Kreuzungen Endwiesenstraße, Keltergasse, Wolfsgasse und Kälblingstraße fließt Oberflächenwasser auf die Hauptstraße. Das Oberflächenwasser fließt teilweise auf der Hauptstraße ab und fließt jeweils an den Geländetiefpunkten durch die angrenzende Bebauung in den Beutenmühlebach. Besonders betroffen ist hierbei die Mühlbachstraße. In dieser befindet sich ein Schaltschrank, der von Überflutungen betroffen ist (s. Abbildung 19).

Abbildung 19: Schaltschrank in der Mühlbachstraße (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Im Bereich der Kreuzung Endwiesenstraße kommt es beim seltenen Abflussereignis auf der Hauptstraße zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es hier zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,4 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,0 m/s und bei einem extremen Abflussereignis zu Überflutungstiefen von ca. 0,8 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,5 m/s.

An der Kreuzung Keltergasse kommt es auf der Hauptstraße beim seltenen Abflussereignis zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,7 m/s (s. Abbildung 20). Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es hier zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s und bei einem extremen Abflussereignis zu Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,0 m/s.

Abbildung 20: Kreuzung Hauptstraße mit Keltergasse (Ortsbegehung am 20.04.2018)

An der Kreuzung Wolfsgasse und Backhausstraße kommt es auf der Hauptstraße bei einem seltenen Abflussereignis zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,1 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,9 m/s (s. Abbildung 21). Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es hier zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,0 m/s und bei einem extremen Abflussereignis zu Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,6 m/s.

Abbildung 21: Kreuzung Hauptstraße mit Wolfsgasse (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Im Bereich der Hauptstraße 62 bis 74 (s. Abbildung 22) sammelt sich das Oberflächenwasser und fließt über die angrenzenden Grundstücke in Richtung Beutenmühlebach ab. Auf der Hauptstraße kommt es hier beim seltenen Abflussereignis zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m. Beim außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,4 m und beim extremen Abflussereignis zu 0,7 m.

Abbildung 22: Hauptstraße 62 bis 74 (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Im südlichen Teil des Schlosshofs sammelt sich bereits bei einem seltenen Abflussereignis Oberflächenwasser (s. Abbildung 23). Es kommt zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,2 m. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu Überflutungen mit durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m und bei einem extremen Abflussereignis zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,3 m. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Zu- und Ausfahrt der Freiwilligen Feuerwehr im nördlichen Teil des Schlosshofs passierbar ist (s. Abbildung 24).

Abbildung 23: Südlicher Teil des Schlosshofs (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 24: Freiwillige Feuerwehr Höpfigheim (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Durch die Unterführung der Kreisstraße unter der Autobahn A81 fließt Oberflächenwasser in Richtung Neckar (s. Abbildung 25). Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu bereichsweisen Überflutungen mit Überflutungstiefen von kleiner 0,1 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von 0,4 m/s. Bei einem extremen Abflussereignis kommt es zu einer großflächigen Überflutung der Unterführung mit Überflutungstiefen von bis zu 0,2 m und durchschnittlichen Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,6 m/s.

Abbildung 25: Unterführung der Kreisstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Die Kläranlage Höpfigheim ist durch abfließendes Oberflächenwasser von der Kreisstraße bereits bei einem seltenen Abflussereignis von Überflutungen betroffen. Das Oberflächenwasser läuft von der Kreisstraße über die Einfahrt auf das Gelände der Kläranlage (s. Abbildung 26 und Abbildung 27). Dabei kommt bei einem seltenen Abflussereignis es zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,5 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,7 m/s. Bei einem außergewöhnlichen Abflussereignis kommt es zu durchschnittlichen Überflutungstiefen von ca. 0,6 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,8 m/s und bei einem extremen Abflussereignis zu durchschnittlichen von ca. 0,7 m und Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,0 m/s. Bereiche der Kläranlage sind auch von einem Hochwasser des Beutenmühlebachs betroffen.

Abbildung 26: Einfahrt zur Kläranlage (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 27: Kläranlage Höpfigheim (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Durch hohe Fließgeschwindigkeiten in Kombination mit großen Überflutungstiefen kann es zu Schäden an der Straßeninfrastruktur kommen. Dabei können Schäden an Straßendämmen und Böschungen, an der Fahrbahnoberfläche, an den Unterbauten oder an der Straßenausstattung entstehen [11].

6.3 Risiken durch geomorphologische Prozesse

Im Untersuchungsgebiet bestehen Risiken durch geomorphologische Prozesse. Dies sind zum einen die Verschlämmung der Böden und zum anderen die Gefährdung durch Bodenerosion.

Eine Verschlämmung entsteht hauptsächlich auf tonigen, schluffigen und feinsandigen Böden durch Regentropfen und durch abfließendes Wasser. Die Folgen der Verschlämmung sind eine Einebnung der Bodenoberfläche und daher ein beschleunigter Oberflächenabfluss und der Verschluss der Bodenporen und dadurch einer verminderten Infiltrationskapazität der Böden. Verschlämmung tritt vor allem auf landwirtschaftlichen Flächen auf, die intensiv bearbeitet werden und eine geringe Pflanzenbedeckung aufweisen. Im Untersuchungsgebiet kommen hauptsächlich Parabraunerden (schluffig) vor, die intensiv landwirtschaftlich genutzt werden. Eine bodenkundliche Karte [5] des Untersuchungsgebietes ist in Teil C enthalten. Es wird daher davon ausgegangen, dass eine Verschlämmung der Böden im Untersuchungsgebiet wahrscheinlich ist. Dies wird mit der Verwendung der Oberflächenabflusswerte für verschlämmte Böden bei der Berechnung berücksichtigt.

Im Oberlauf des Beutenmühlebachs und nördlich der Meisenstraße kommen kolluviale Ablagerungen vor, die durch Anschwemmung entstehen. Dies lässt darauf schließen, dass in diesen Bereichen die ursprünglichen Hauptabflussprozesse stattfanden und noch ablaufen und sich das von den oberhalb liegenden Flächen erodierte Material anlagert.

Auf den nördlich von der Ortslage Höpfigheim liegenden landwirtschaftlichen Flächen besteht teilweise eine mittlere bis hohe Bodenerosionsgefährdung durch Wasser. Dies kann den im Teil C beiliegenden Karten der Bodenerosion vom LGRB [5] entnommen werden. Durch die Erosionsgefährdung kann es verstärkt zu Schlamm- und Materialtransport in die Ortslage kommen. Stark gefährdet sind die Meisenstraße und die Wolfsgasse. Außerdem kann über den Beutenmühlebach bzw. den Geißgraben Schlamm und Material in die Ortslage gelangen.

7. Handlungskonzept

Das Handlungskonzept für Höpfigheim ist untergliedert in die Maßnahmenbereiche Informationsvorsorge, kommunale Flächenvorsorge, Krisenmanagement und kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen. Die kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen wurden untergliedert in allgemeine, nicht bereichsspezifische und bereichsspezifische Maßnahmenvorschläge.

7.1 Informationsvorsorge

Mithilfe der Informationsvorsorge sollen Bürger, öffentliche Institutionen, Industrie und Gewerbe sowie die Land- und Forstwirtschaft sensibilisiert werden. Es soll erläutert werden, welche Vorsorgemaßnahmen bei Gefahren und Risiken durch Starkregen getroffen werden können.

Zur Kommunikation der Risiken und Gefahren durch Starkregenereignisse kann die Stadt Steinheim an der Murr die Starkregengefahrenkarten für Höpfigheim in digitaler Form auf der städtischen Internetseite veröffentlichen und Informationsveranstaltungen für die potenziell betroffenen Bürger und Akteure durchführen. Die Gefahren können anhand der erstellten Starkregengefahrenkarten sowie der Animation dargestellt werden. Hierbei sollte den potenziell Betroffenen eine Anleitung zur Interpretation (s. Teil C) der Gefahrenlage zur Verfügung gestellt werden, um die Risiken für ihr Eigentum und ihre Gesundheit abzuleiten und geeignete Schutzmaßnahmen auf privater Ebene zu ergreifen. Für die potenziell betroffenen Gewerbebetriebe in den Oberen Seewiesen sollte auf spezifische Risikofaktoren hingewiesen werden. Dies können z.B. die Evakuierung der Belegschaft, das Vorhandensein wassergefährdender Stoffe oder hoher Sachwerte sein. Vorsorgemaßnahmen können direkte Schäden und Kosten für Betriebsunterbrechungen und Produktionsausfälle je nach Starkregenereignis verhindern oder reduzieren. Für die Akteure aus Land- und Forstwirtschaft sollte speziell auf ihre Rolle bei der Reduktion von Oberflächenabfluss, Bodenerosion und Verklausungsgefahr hingewiesen werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Informationsvorsorge ist das Anlegen einer Internetplattform oder eines Diskussionsforums, welches die Starkregengefahrenkarten und Informationen online zur Verfügung stellt. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die Öffentlichkeit Schäden durch Starkregenereignisse oder getroffene Vorsorgemaßnahmen im Forum teilen kann.

Alternativ kann zur Risikokommunikation und Informationsvorsorge ein zielgruppenorientiertes Stufenkonzept gemäß Merkblatt DWA – M 119 angewendet werden. Dies sieht vor, dass flächendeckende Informationen, wie Starkregengefahren- und Risikokarten aufgrund der rechtlichen Belange lediglich den kommunalen Akteuren zur Verfügung stehen. Die potenziell Betroffenen erhalten hierbei allgemeine Risikoinformationen und Vorschläge zu Vorsorge- und Objektschutzmaßnahmen. Dies kann z.B. durch Info-Briefe, Flyer oder Broschüren erfolgen.

Hierfür kann eine eigene Broschüre oder Checkliste der Stadt Steinheim an der Murr mit Verhaltensregeln bei Starkregenereignissen, möglichen Vorsorgemaßnahmen und Hinweisen zu Unwetter-Diensten erstellt werden.

Es können auf verschiedene Informationsmaterialien zur Vorsorge bei Starkregenereignissen im Zuge der Veröffentlichung, Informationsveranstaltung oder auf der Internetplattform hingewiesen werden. Informationsmaterialien können auch im Bürgerbüro zur Verfügung gestellt werden. Es sind verschiedene Informationsmaterialien zum Thema Starkregen und Hochwasser kostenfrei zum Download verfügbar. Die folgende Tabelle 4 enthält Vorschläge zu Informationsmaterialien. Weitere Quellen zu Publikationen können dem Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ der LUBW entnommen werden.

Tabelle 4: Publikationen zur Informationsvorsorge

Publikation	Link
Broschüre „Starkregen – Was können Kommunen tun“ vom Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und der WBV Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2013)	https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/starkregen-was-koennen-kommunen-tun/
Flyer „Empfehlungen bei Sturzfluten – Baulicher Bevölkerungsschutz“ vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2015)	https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Flyer_Baulicher_Bevoelkerungsschutz_Sturzflut.pdf;jsessionid=B4E7D7E9A88FDD59F41D5F708116C6F5.2_cid320?__blob=publicationFile
Handbuch „Die unterschätzten Risiken Starkregen und Sturzfluten“ vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2015)	https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Buergerinformationen_A4/Handbuch_Starkregen-Sturzfluten.pdf;jsessionid=B4E7D7E9A88FDD59F41D5F708116C6F5.2_cid320?__blob=publicationFile
Broschüre „Schutz vor Kellerüberflutung“ der Stadt Karlsruhe (2010)	https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/tiefbau/entwaesserung/grundstuecksentwaess/HF_sections/content/ZZk9EGzDZ06YqW/1313563913194/kelleruebertlutung.pdf

7.2 Kommunale Flächenvorsorge

Die kommunale Flächenvorsorge beinhaltet Maßnahmen der Überflutungsvorsorge in der Bauleitplanung. Hierbei können im Flächennutzungsplan Flächen und Gebiete mit einer Starkregengefährdung gekennzeichnet oder Vorranggebiete ausgewiesen werden. Im Bebauungsplan können bauliche Vorkehrungen zur Minimierung von Risiken durch Starkregen oder das Freihalten von Flächen festgesetzt werden. Es können z.B. multifunktionale Retentionsräume in die Bebauungspläne integriert werden. Dies sind öffentliche

Flächen (z.B. Grünflächen), die bei einem Starkregenereignis als Notretentionsraum genutzt werden können(z.B. [12]).

In Höpfigheim ist die Erweiterung des Baugebiets Seewiesen auf den Flächen westlich der Seewiesenstraße geplant (s. Abbildung 28). Über die vorgesehenen Flächen fließt ab einem außergewöhnlichen Abflussereignis teilweise Oberflächenwasser in den Beutenmühlebach. Daher ist es zu empfehlen, bei der Erschließung eine ausreichende Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach vorzusehen. Außerdem sind die Flächen am Beutenmühlebach teilweise von einem HQ_{Extrem} des Beutenmühlebachs betroffen.

Zur Minimierung von Schäden bei Überflutungen sollte die Bauweise in dem Erschließungsgebiet angepasst werden. Hierzu zählen die Erhöhung der Eingangsfußbodenhöhe, von Lichtschächten, Kellerfenstern und des Einstiegs der Kellertreppen sowie der Einbau von Rückstausicherungen. Außerdem können wasserrückhaltende Maßnahmen auf den Baugrundstücken vorgesehen werden. Hierzu zählen Zisternen, Rigolen, Regenauffangbecken oder Dachbegrünungen. Geplante Freiflächen oder Straßenflächen können als temporäre Retentionsräume oder Notabflusswege genutzt werden. Hierzu müssen die rechtlichen Aspekte zur multifunktionalen Nutzung öffentlicher Freiflächen und Straßenflächen beachtet werden.

Abbildung 28: Flächen der geplanten Erweiterung des Baugebiets Seewiesen (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Im Flächennutzungsplan sind zusätzlich die Schafäcker nördlich der Wolfsgasse als Wohnbaufläche festgesetzt. Bei einer Erschließung ist davon auszugehen, dass das Abflussvolumen durch die Versiegelung der landwirtschaftlichen Flächen erhöht wird. Daher sollte im Zuge der Erschließung eine ausreichend dimensionierte Rückhaltung des Oberflächenwassers erfolgen,

um eine Verschlechterung der Abflusssituation für die Anwohner in der Wolfsgasse zu verhindern.

7.3 Krisenmanagement

Zum Krisenmanagement gehören die Vorsorge, Vorbereitung, Bewältigung und Nachbereitung eines Starkregenereignisses. Hierfür wurde in Baden-Württemberg ein vierstufiges Hochwasseralarmstufenmodell entwickelt. Dieses wird in mehreren Schritten erarbeitet. Für das vorliegende Starkregenkonzept werden die Schritte 1 und 2 erarbeitet. Diese umfassen die in der Risikoanalyse ermittelten kritischen Objekte und Bereiche sowie lokale Indikatoren für die Frühwarnung [1].

Mögliche Indikatoren für die Frühwarnung vor Starkregenereignissen sind Unwetterwarnungen oder Niederschlagsprognosen durch den DWD und per App. Als Schwellenwert für ein seltenes Starkregenereignis kann ein prognostizierter Niederschlag von mehr als 40 mm, für ein außergewöhnliches Starkregenereignis ein Wert von mehr als 55 mm und für ein extremes Starkregenereignis ein Wert von mehr als 120 mm angesetzt werden. In Teil D sind die Indikatoren für die Frühwarnung tabellarisch dargestellt. Die kritischen Objekte und Bereiche und die notwendigen Maßnahmen sind ebenfalls in Teil D enthalten. Es ist allerdings zu beachten, dass die Vorwarnzeiten bei Starkregenereignissen sehr kurz bzw. nicht vorhanden sind.

Eine mögliche Maßnahme für das Krisenmanagement ist die Erstellung eines Alarm- und Einsatzplans für Starkregenereignisse, um neuralgische Punkte gezielt zu schützen.

7.4 Allgemeine, kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen

Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen umfassen Vorsorge-, Schutz und Unterhaltungsmaßnahmen, um Oberflächenwasser bei Starkregenereignissen zurückzuhalten oder schadlos abzuleiten. Das nachfolgende Kapitel befasst sich mit allgemeinen, kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen, welche bereichsunabhängig im Außenbereich oder Innenbereich der Gemarkung Höpfigheim angewendet werden können. Hierzu zählen dezentrale Maßnahmen im Außenbereich zum Wasserrückhalt in der Fläche. Im Innenbereich können Maßnahmen im Straßenraum und Objektschutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Hinweise zur Förderfähigkeit von kommunalen baulichen Maßnahmen sind in Kapitel 4 enthalten.

7.4.1 Maßnahmen im Außenbereich

Im Außenbereich können Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche ergriffen werden. Zur Reduktion des Außengebietswassers und Bodenabtrags von den landwirtschaftlichen Flächen und zur Verbesserung der Überflutungssituation in der Ortslage können die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen werden:

- Angepasste Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen, um den Bodenabtrag zu reduzieren und Wasser zurückzuhalten:

  Hierzu zählen Maßnahmen wie Querbewirtschaftung, alternative Aussaatverfahren, konservierende Bodenbearbeitung (z.B. Mulchsaat) und das Anlegen von Ackerrandstreifen. Nähere Informationen und weitere Maßnahmen zur Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen können [7] und [8] entnommen werden.

  - Bei der Querbewirtschaftung wird die Fläche quer zum Gefälle bearbeitet. Dadurch entstehen in den Bearbeitungsspuren kleinräumige Rückhalteräume für Oberflächenwasser und Erde. Modellergebnisse zeigen, dass vor allem der Bodenabtrag durch Querbewirtschaftung reduziert wird. Die Querbewirtschaftung ist für Hänge mit einer Neigung unter 15 % geeignet. Für eine praxisgerechte Querbewirtschaftung sollte sich die Bearbeitungslänge gegenüber der vorherigen Bearbeitungsrichtung nicht stark verkürzen.
  - Bei der Mulchsaat wird die Hauptfrucht in die Erntereste der Vorfrucht eingesät. Die Bodenbedeckung bei der Mulchsaat beträgt mehr als 30 %. Durch die oberflächigen Ernterückstände wird die Verschlämmung des Bodens und dadurch ungebremster Oberflächenabfluss sowie Bodenabtrag reduziert. Durch die pfluglose Bearbeitung wird die Infiltrationsfähigkeit des Bodens erhöht.
  - Ackerrandstreifen oder Grünstreifen werden als begrünte Streifen entlang von Äckern als mehrjähriges Grünland oder als einjähriger Gras- oder Getreidestreifen angelegt. In Ackerrandstreifen wird der von oberhalb liegenden Ackerflächen eingetragene Boden und zufließendes Wassers zurückgehalten.

7.4.2 Maßnahmen im Innenbereich

Im Innenbereich können bereichsunabhängig Maßnahmen im Straßenraum zur Erhöhung des Stauvolumens, die Nutzung von Freiflächen als Notretentionsräume und Objektschutzmaßnahmen angewendet werden. Beispiele für die Anwendung dieser Maßnahmenvorschläge für den Stadtteil Höpfigheim sind in Kapitel 7.5 beschrieben.

Erhöhung des Stauvolumens im Straßenraum

Um das Stauvolumen sowie die Versickerungskapazität von innerörtlichen Straßen zu erhöhen, können die folgenden längerfristigen Maßnahmen durchgeführt werden, die z.B. im Fall von notwendigen Sanierungen oder in Erschließungsgebieten berücksichtigt werden können. Dezentrale Maßnahmen zum Wasserrückhalt, z.B. durch Mulden, sind nur spürbar wirksam, wenn sie großräumig umgesetzt werden [9]. Hierfür können auch für Grund-

stückseigentümer Anreize geschaffen werden, um Regenwasser auf ihren Grundstücken zurückzuhalten (s. Kapitel 7.2).

Es können straßenbegleitende Mulden zur Regenwasserversickerung bzw. zum Rückhalt im Straßenbegleitgrün geschaffen werden. Parkflächen am Straßenrand können tiefergelegt und mit Versickerungspflaster ausgeführt werden, um die Versickerungskapazität zu erhöhen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die maximale Überflutungstiefe keine Schäden an parkenden Fahrzeugen verursacht. In vorhandenem Straßenbegleitgrün können Mulden geschaffen werden. Es ist darauf zu achten, dass die Mulden einen Zulauf haben, der tiefer als der Fahrbahnrand liegt. Zur Steigerung des Stauraums der Straße können die Bordsteine oder die Straßenquerneigung erhöht werden, um die Straße als Notretentionsraum zu nutzen.

In Straßen mit einem hohen Gefälle und daher hohen Fließgeschwindigkeiten sind Maßnahmen zur Wasseraufnahme, Ableitung und Zwischenspeicherung von besonderer Bedeutung. Mögliche Maßnahmen sind hierfür der Einsatz leistungsstarker Einläufe, die Hintereinanderreihung mehrerer Einläufe oder das Anlegen eines parallelen Straßengrabens mit Einlaufbauwerk und Geröllfang [9].

Nutzung von Frei- und Grünflächen als Notretentionsraum

Für einen temporären Rückhalt von Oberflächenwasser bei Starkregen können Frei- und Grünflächen multifunktional genutzt werden. Hierzu eignen sich Flächen mit vergleichsweise untergeordneter Nutzung, z.B. befestigte, öffentliche Plätze ohne Bebauung, Straßenflächen mit relativ geringer verkehrlicher Nutzung oder selten genutzte Parkplätze. Um die Eignung von Frei- und Grünflächen als multifunktionale Retentionsräume zu bewerten, sollten bestimmte Aspekte beachtet werden. Hierzu zählen Gefahren für Leib und Leben, Schmutz- und Schadstoffbelastung des Oberflächenwassers, Flächennutzungen im Umfeld (wassergefährdende Stoffe etc.), Besitzverhältnisse, Bodenverhältnisse, zu erwartender Schaden bei Flutung (Sachschäden, Reinigungskosten etc.), Möglichkeiten der Wasserzuführung und -ableitung und Genehmigungspflichtigkeit [9].

Objektschutzmaßnahmen

An betroffenen Gebäuden und Grundstücken können Objektschutzmaßnahmen ergriffen werden, um einen Wassereintritt und Schäden an und in Gebäuden zu verhindern bzw. Schäden zu minimieren. Gemäß DWA T 1/2013 [9] sind Objektschutzmaßnahmen, vor allem im Bestand, oftmals eine wirtschaftliche Alternative zu großräumigen Überflutungsschutzmaßnahmen der öffentlichen Hand. Durch die schnellere Umsetzbarkeit bieten sie früher einen zielgerichteten Überflutungsschutz, sowohl für öffentliche als auch für private und gewerbliche Objekte [9].

Bei Starkregenereignissen sind die Vorwarnzeiten und Aktionszeitspannen sehr gering bis nicht vorhanden. Daher bieten sich als Objektschutz vor allem Maßnahmen an, die permanent oder schnell einsatzbereit, wartungsarm,

kosteneffizient und alltagstauglich sind [9]. Im Folgenden werden beispielhaft Objektschutzmaßnahmen für Starkregenereignisse genannt.

Permanente Objektschutzmaßnahmen sind dauerhaft einsatzbereit und müssen im Einsatzfall nicht aktiviert werden. Beispiele für permanente Objektschutzmaßnahmen sind Rückstausicherungen, konstruktive Schutzmaßnahmen wie die Erhöhung von Hauseingängen durch Treppen oder Rampen, eine Kellerausbildung als weiße oder schwarze Wanne, die wasserdichte Abdeckung von Kellerlichtschächten oder die konstruktive Erhöhung von Lichtschachtoberkanten.

Vollautomatische Objektschutzmaßnahmen sind fest installiert und aktivieren sich selbsttätig. Beispiele für vollautomatische Objektschutzmaßnahmen sind selbsttätige schließende, druckwasserdichte Fenster, Klappschotte oder Rollschotte, automatische Barrieren an Fenster-/Türöffnungen oder Grundstückszufahrten.

Teilmanuelle Objektschutzmaßnahmen sind fest installiert und müssen manuell ausgelöst oder aktiviert werden. Beispiele für teilmanuelle Objektschutzmaßnahmen sind nicht selbsttätig schließende, druckwasserdichte Fenster und Türen, teilautomatische Barrieren für Türen und Schutztore für Grundstückszufahrten.

Manuelle Objektschutzmaßnahmen müssen vor einem Starkregenereignis aufgebaut werden und benötigen daher eine längere Reaktionszeit. Beispiele für manuelle Objektschutzmaßnahmen sind wasserdichte Fenster- und Türklappen, wasserdichte Auf- oder Einsatzelemente, Barrieren mit manueller Installation für Fenster und Türöffnungen oder Abdeckplatten für Straßen- und Hofeinläufe oder Bodenöffnungen.

7.5 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für Höpfigheim

Das nachfolgende Kapitel beschreibt bereichsspezifische, kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für den Stadtteil Höpfigheim. Hierbei wird bereichsweise auf die Maßnahmen im Außenbereich eingegangen. Die Maßnahmen im Innenbereich werden für den gesamten Stadtteil Höpfigheim erläutert. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind in den Karten Nr. 6.1 und 6.2 im Teil D enthalten. In den Karten ist die Überflutungstiefe unter Vernachlässigung der Zuflüsse aus den Außenbereichen dargestellt. Dabei wurde der Berechnung ein fiktiver Rückhaltedamm bzw. eine Ableitung zugrunde gelegt. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass durch einen fiktiven Rückhalt des Außengebietswassers die Überflutungstiefen, Fließgeschwindigkeiten und stellenweise die Überflutungsausdehnung reduziert werden können. Es kommt, trotz des fiktiven Rückhalts, durch auf den innerörtlichen Straßen abfließendes Wasser zu Überflutungen in der Ortslage. Daher können auch Maßnahmen im Innenbereich in Betracht gezogen werden.

Die Maßnahmenvorschläge im Folgenden sind unterteilt in Maßnahmen zur Ableitung und zum Rückhalt von Oberflächenwasser. Eine Kombination der Maßnahmen ist zu empfehlen, da gilt je mehr Oberflächenwasser abgeleitet werden kann, desto kleiner kann der Rückhalt dimensioniert werden.

Da Starkregenereignisse verstärkt in den Sommermonaten auftreten, sollten in dieser Zeit regelmäßige Kontrollen von Verdolungen, Gräben und Einlaufbauwerken, insbesondere in den Außenbereichen, erfolgen. Zur Aufrechterhaltung der Funktion bei Starkregen sollten diese gegebenenfalls gereinigt werden.

7.5.1 Bereich Meisenstraße

Im Bereich Meisenstraße gelangt Oberflächenwasser in Verbindung mit Schlamm und Material von den landwirtschaftlichen Flächen in die Ortslage. Die aus den Starkregengefahrenkarten ermittelten Kennwerte für den Bereich Meisenstraße sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Der maximale Abfluss gibt den Spitzenabfluss innerhalb von drei Stunden wieder. Der Volumenstrom gibt das Wasservolumen an, welches in drei Stunden den angegebenen Bereich durchfließt.

Tabelle 5: Kennwerte im Bereich Meisenstraße

Abfluss-ereignis	Straße/Bereich	Maximaler Abfluss [m³/s]	Volumenstrom in 3 Std. ohne Vorflut [m³]
SEL	Meisenstraße	ca. 1,4	ca. 3.200
	Endwiesenstraße	ca. 1,4	ca. 3.500
AUS	Meisenstraße	ca. 2,1	ca. 5.000
	Endwiesenstraße	ca. 2,2	ca. 5.500
EXT	Meisenstraße	ca. 7,6	ca. 16.700
	Endwiesenstraße	ca. 10,6	ca. 18.200

Die folgende Tabelle 6 beschreibt mögliche Maßnahmen für den Bereich Meisenstraße. Bei der Berechnung wurde in diesem Bereich davon ausgegangen, dass die Einläufe ab einem außergewöhnlichen Ereignis verklaust sind und keinen Abfluss abführen können, auch wenn noch Kapazitäten in der Kanalisation bestehen. Die Vernachlässigung der Zuflüsse von den landwirtschaftlichen Flächen zeigt, dass durch verschiedene Rückhalte- bzw. Ableitungsmaßnahmen die Überflutungsgefährdung in diesem Bereich reduziert werden kann. Der fiktive Rückhaltedamm ist in diesem Bereich maximal 3 m eingestaut.

Tabelle 6: Mögliche Maßnahmen im Bereich Meisenstraße

Problematik	Maßnahmenvorschlag
Maßnahmen zur Ableitung	
Verklausung des Rechens am Einlaufbauwerk in der Meisenstraße und Burgunderstraße und daher kein Abführen der Zuflüsse	– Umbau und Vergrößerung der Rechen (z.B. vertikale Stäbe mit einem Stababstand von 0,1 m, Rechen mit einer Neigung von 1:3, jeweils Öffnung von 0,2 m oben und unten; Beispiel für Rechenanordnung

Problematik	Maßnahmenvorschlag
mehr (s. Abbildung 31 und Abbildung 32)	s. Abbildung 33)
Überlaufen der bestehenden Gräben an der Meisenstraße und Burgunderstraße	– Räumung und Vergrößerung der bestehenden Gräben – Bau eines Regenwasserkanals zur Ableitung des Oberflächenwassers aus den Außengebieten in den Beutenmühlebach mit ausreichend dimensionierten Einläufen in der Meisenstraße und Endwiesenstraße
Maßnahmen zur Rückhaltung	
Abfließendes Oberflächenwasser von den angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen	– Kleine Verwallung an den landwirtschaftlichen Flächen, am Einlaufbereich des Grabens in der Meisenstraße und an dem landwirtschaftlichen Weg zum Rückhalt von Schlamm und Wasser mit Notentlastung (s. Abbildung 29 und Abbildung 30) – Erhöhung des landwirtschaftlichen Wegs (z.B. um 30 cm) im Bereich des Einlaufbauwerks an der Meisenstraße zur Rückhaltung des Schlamms und zur besseren Einleitung des Wassers in das Einlaufbauwerk – Nutzen des Fußballplatzes als multifunktionaler Notretentionsraum (z.B. Anbringen einer Verwallung im Randbereich)
Mittlere bis hohe Erosionsgefährdung auf den landwirtschaftlichen Flächen	– Angepasste Bewirtschaftung (z.B. Querbewirtschaftung, Ackerrandstreifen oder Mulchsaat) (s. Abbildung 34)

Abbildung 29: Möglicher Verlauf einer Verwallung (grüne Linie) am Einlaufbereich des Grabens in der Meisenstraße

Abbildung 30: Möglicher Verlauf einer Verwallung im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen

Abbildung 31: Bestehendes Einlaufbauwerk mit Rechen in der Meisenstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 32: Bestehender Rechen am Einlauf in der Burgunderstraße (Ortsbegehung am 05.03.2018)

Abbildung 33: Beispiel für einen optimierten Rechen

Abbildung 34: Beispielhafter Ackerrandstreifen

7.5.2 Bereich Wolfsgasse

Im Bereich Wolfsgasse gelangt ebenfalls Oberflächenwasser in Verbindung mit Schlamm und Material von den erosionsgefährdeten, landwirtschaftlichen Flächen in die Ortslage. Die nachfolgende Tabelle 7 zeigt die aus den Starkregengefahrenkarten ermittelten Kennwerte für diesen Bereich.

Tabelle 7: Kennwerte im Bereich Wolfsgasse

Abflussereignis	Maximaler Abfluss [m³/s]	Volumenstrom in 3 Std. ohne Vorflut [m³]
SEL	ca. 0,6	ca. 1.300
AUS	ca. 0,9	ca. 2.000
EXT	ca. 2,6	ca. 5.900

Die folgende Tabelle 8 beschreibt mögliche Maßnahmen für den Bereich Wolfsgasse. Die Vernachlässigung der Zuflüsse von den landwirtschaftlichen Flächen zeigt, dass durch verschiedene Rückhalte- bzw. Ableitungsmaßnahmen die Überflutungsgefährdung in diesem Bereich etwas reduziert werden kann. Der fiktive Rückhaltedamm ist in diesem Bereich maximal 2 m eingestaut.

Tabelle 8: Mögliche Maßnahmen im Bereich Wolfsgasse

Problematik	Maßnahmenvorschlag
Maßnahmen zur Ableitung	
Abfließen von Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen in die Bebauung	– Bau eines Regenwasserkanals zur Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach mit ausreichend dimensionierten Einläufen an den Geländetiefpunkten
Maßnahmen zur Rückhaltung	
Abfließen von Schlamm und Oberflächenwasser von den angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen	– Anbringen einer Verwallung im Randbereich der landwirtschaftlichen Flächen zum Rückhalt von Schlamm
Mittlere bis hohe Erosionsgefährdung auf den landwirtschaftlichen Flächen	– Angepasste Bewirtschaftung (z.B. Ackerrandstreifen, Mulchsaat); z.B. Anlegen eines 10 – 15 m breiten Ackerrandstreifens

7.5.3 Bereich Obere Seewiesen

Im Bereich Obere Seewiesen fließt Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen über die Kreisstraße in das Gewerbegebiet Obere See-

wiesen. Von der Großbottwarer Straße und von der Hauptstraße fließt ebenfalls Oberflächenwasser in die Oberen Seewiesen. Die nachfolgende Tabelle 9 zeigt die aus den Starkregengefahrenkarten ermittelten Kennwerte für diesen Bereich.

Tabelle 9: Kennwerte im Bereich Obere Seewiesen

Abfluss-ereignis	Straße/Bereich	Maximaler Abfluss [m³/s]	Volumenstrom in 3 Std. ohne Vorflut [m³]
SEL	Kreisstraße	ca. 1,5	ca. 3.300
	Großbottwarer Straße	ca. 0,4	ca. 900
	Hauptstraße/Backhausstraße	ca. 0,4	ca. 1.000
AUS	Kreisstraße	ca. 2,4	ca. 5.500
	Großbottwarer Straße	ca. 0,7	ca. 1.500
	Hauptstraße/Backhausstraße	ca. 0,6	ca. 1.500
EXT	Kreisstraße	ca. 9,3	ca. 21.100
	Großbottwarer Straße	ca. 1,9	ca. 4.600
	Hauptstraße/Backhausstraße	ca. 2,3	ca. 4.900

Die folgende Tabelle 10 beschreibt mögliche Maßnahmen im Bereich Obere Seewiesen. Die Vernachlässigung der Zuflüsse über die Kreisstraße von den landwirtschaftlichen Flächen zeigt, dass durch verschiedene Rückhalte- bzw. Ableitungsmaßnahmen die Überflutungsgefährdung in diesem Bereich reduziert werden kann. Der fiktive Rückhaltedamm ist in diesem Bereich maximal 2 m eingestaut.

Tabelle 10: Mögliche Maßnahmen im Bereich Obere Seewiesen

Problematik	Maßnahmenvorschlag
Maßnahmen zur Ableitung	
Abfließen von Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen über die Kreisstraße in die Ortslage	– Räumung und Vergrößerung der bestehenden Gräben und Durchlässe (s. Abbildung 35) zur Ableitung des Wassers in den Beutenmühlebach – Optimierung der Schächte und Durchlässe (z.B. am Fußweg zwischen der Großbottwarer Straße und Obere Seewiesen, unter der Kreisstraße)
Abfließen von Oberflächenwasser über die Großbottwarer Straße in die Oberen Seewiesen	– Ableitung des Oberflächenwassers von der Großbottwarer Straße mithilfe eines Regenwasserkanals oder Grabens in den Beutenmühlebach mit ausreichend dimensionierten Einläufen
Maßnahmen zum Rückhalt	

Problematik	Maßnahmenvorschlag
Abfließendes Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen über die Kreisstraße in die Ortslage	– Verwallung parallel zur Kreisstraße oder zum landwirtschaftlichen Weg zum Wasserrückhalt auf den landwirtschaftlichen Flächen/Streuobstwiesen und zur Verhinderung des Wasserabflusses auf die Kreisstraße (s. Abbildung 36) – Verwallung auf den weiter östlich angrenzenden, erosionsgefährdeten, landwirtschaftlichen Flächen zur Reduktion des Oberflächenabflusses sowie des Schlamm- und Materialtransports in Richtung Ortslage
Abfließendes Oberflächenwasser über die Großbottwarer Straße in die Oberen Seewiesen	– Verwallung auf den landwirtschaftlichen Flächen zum temporären Rückhalt von Oberflächenwasser aus der Schafäckerstraße und Großbottwarer Straße (s. Abbildung 37) mit Einleitung des Oberflächenwassers von den Straßen und gedrosselter Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach mithilfe eines Regenwasserkanals – Anlegen eines unterirdischen Retentionsraums mit Rigolen (z.B. Rigolentunnel) zur Zwischenspeicherung des Oberflächenwassers
Mittlere bis hohe Erosionsgefährdung auf den östlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen	– Angepasste Bewirtschaftung (z.B. Ackerrandstreifen, Mulchsaat); z.B. Anlegen eines 10 – 15 m breiten Ackerrandstreifens auf den weiter östlich angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen
Abfließen von Oberflächenwasser auf die Kreisstraße	– Aufstellen von Gefahrenhinweisschildern für den Straßenverkehr

Abbildung 35: Räumung und Unterhaltung des Grabens in den Oberen Seewiesen

Abbildung 36: Verlauf einer möglichen Verwallung und Vergrößerung des bestehenden Grabens

Abbildung 37: Möglicher Verlauf einer Verwallung (grüne Linie) auf den an die Großbottwarer Straße angrenzenden, landwirtschaftlichen Flächen

7.5.4 Bereich südlich des Beutenmühlebachs

Die Bebauung südlich des Beutenmühlebachs ist teilweise von Überflutungen betroffen. In den Straßen Im Vogelherd, Fichtenstraße, Marbacher Straße, Schlossgartenstraße und In der Au fließt Oberflächenwasser aus den Außengebieten in Richtung Beutenmühlebach. Die nachfolgende Tabelle 11 zeigt die aus den Starkregengefahrenkarten ermittelten Kennwerte für diesen Bereich.

Tabelle 11: Kennwerte im Bereich südlich des Beutenmühlebachs

Abfluss-ereignis	Straße/Bereich	Maximaler Abfluss [m³/s]	Volumenstrom in 3 Std. ohne Vorflut [m³]
SEL	In der Au (vor Spielwiese)	ca. 0,2	ca. 600
	Im Vogelherd	ca. 0,1	ca. 200
	Marbacher Straße	ca. 0,5	ca. 800
AUS	In der Au (vor Spielwiese)	ca. 0,6	ca. 1.300
	Im Vogelherd	ca. 0,3	ca. 400
	Marbacher Straße	ca. 0,7	ca. 1.400
EXT	In der Au (vor Spielwiese)	ca. 3,7	ca. 7.800
	Im Vogelherd	ca. 2,7	ca. 4.100
	Marbacher Straße	ca. 3,0	ca. 6.100

Die folgende Tabelle 12 beschreibt mögliche Maßnahmen im Bereich südlich des Beutenmühlebachs. Die Vernachlässigung der Zuflüsse von den landwirtschaftlichen Flächen In der Au und Im Vogelherd zeigt, dass durch ver-

schiedene Rückhalte- bzw. Ableitungsmaßnahmen die Überflutungsgefährdung in diesem Bereich nur geringfügig reduziert werden kann, da sowohl von den weiteren angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen und Wegen als auch von den innerörtlichen Straßen Oberflächenwasser abfließt. Daher sind in diesem Bereich besonders die rückhalteorientierte Gestaltung der landwirtschaftlichen Wege, der Rückhalt in der Fläche durch angepasste Bewirtschaftung und Maßnahmen im Innenbereich zu empfehlen. Der fiktive Rückhaltedamm In der Au ist maximal 0,9 m und Im Vogelherd 1,4 m eingestaut.

Tabelle 12: Mögliche Maßnahmen im Bereich südlich des Beutenmühlebachs

Problematik	Maßnahmenvorschlag
Maßnahmen zur Ableitung	
Verklausung der Einläufe In der Au und Im Vogelherd und daher kein Abführen der Zuflüsse mehr (s. Abbildung 38 und Abbildung 39)	– Räumen und Vergrößern der bestehenden Gräben – Bau eines Einlaufbauwerks mit optimiertem Rechen (z.B. vertikale Stäbe mit einem Stababstand von 0,1 m, Rechen mit einer Neigung von 1:3, jeweils Öffnung von 0,2 m oben und unten; Beispiel für Rechenanordnung s. Abbildung 33) – Bau von Regenwasserkanälen oder Gräben mit ausrechend dimensionierten Einläufen zur Ableitung des Oberflächenwassers von In der Au und Im Vogelherd in den Beutenmühlebach
Abfließen von Oberflächenwasser über die landwirtschaftlichen Wege in die Ortslage	– Ableitung des Wassers von den landwirtschaftlichen Wegen in die angrenzenden Flächen (rückhalteorientierte Weggestaltung z.B. durch Abschlagsmulden diagonal zum Weg, Erhöhung der Querneigung, Verzicht auf Wegbegleitgräben, Anlegen von kaskadenförmigen Wällen in den Gräben zur Pufferung des Abflusses)
Maßnahmen zur Rückhaltung	
Abfließen von Oberflächenwasser von den landwirtschaftlichen Flächen (u.a. Weinberge) und mittlere bis hohe Erosionsgefährdung	– Angepasste Bewirtschaftung auf den landwirtschaftlichen Flächen zum Wasserrückhalt in der Fläche und zur Verringerung von Erosion (z.B. Mulchsaat, Untersaat)

Abbildung 38: Bestehender Einlauf In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Abbildung 39: Bestehender Einlauf Im Vogelherd (Ortsbegehung am 20.04.2018)

7.5.5 Maßnahmen im Innenbereich von Höpfigheim

Durch das innerörtlich fallende und abfließende Niederschlagswasser kommt es zu Überflutungen in der Ortslage, trotz eines fiktiven Rückhalts des Außengebietswassers (s. Karten Nr. 6.1 und 6.2 im Teil D). Daher sind für den Innenbereich von Höpfigheim längerfristige Maßnahmen für den Straßenbe-

reich zu empfehlen, die z.B. bei Sanierungen oder in Neubaugebieten in Betracht gezogen werden können. Durch hohe Überflutungstiefen sind insbesondere die Endwiesenstraße, Hauptstraße, Mühlbachstraße, Obere Seewiesen und In der Au sowie deren angrenzende Bebauung betroffen. Durch hohe Fließgeschwindigkeiten sind die Endwiesenstraße, Schwalbenstraße, Keltergasse und Wolfsgasse besonders betroffen.

Maßnahmen im Straßenbereich

Folgende längerfristige Maßnahmen werden vorgeschlagen, um das Stauvolumen sowie die Versickerungskapazität der innerörtlichen Straßen in Höpfigheim zu erhöhen. Diese Maßnahmen können z.B. im Fall von notwendigen Sanierungen berücksichtigt werden.

Maßgebend für das Stauvolumen im Straßenbereich ist die Gehweghinterkante (Höhe am Übergang zu den angrenzenden Grundstücken). Durch die häufig niedrig gestalteten Bordsteine bzw. Einfahrten in Höpfigheim ist das Stauvolumen der Straßen gering. Bei zukünftigen Planungen sollte zwischen Barrierefreiheit und einer Erhöhung des Straßenstauraums abgewogen werden. Vor allem in der Hauptstraße, Obere Seewiesen, In der Au und evtl. Mühlbachstraße könnte das Straßenquergefälle erhöht und eine überfahrbare Mittelrinne eingebaut werden (umgekehrtes Dachprofil), um den Stauraum der Straßen zu erhöhen und ein Abfließen des Oberflächenwassers in die angrenzende Bebauung zu verhindern (s. Abbildung 40). Von den oben genannten Straßen sollte eine gezielte Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach erfolgen, z.B. durch Gräben.

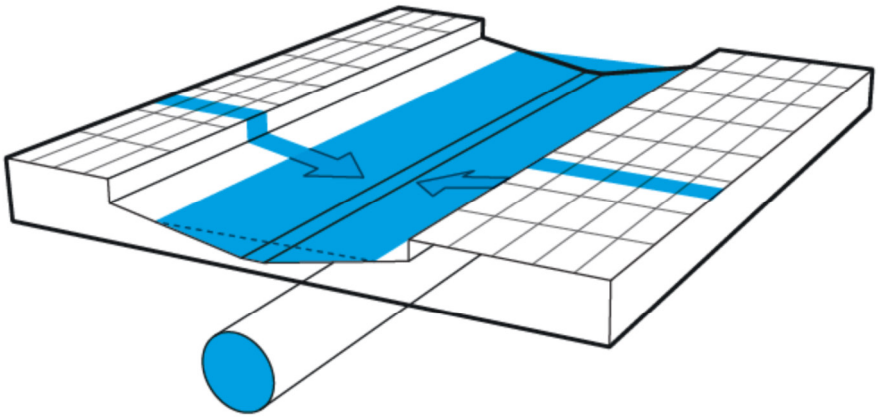

Abbildung 40: Nutzung der Straße als temporären Retentionsraum mit umgekehrtem Dachprofil (aus [12])

Die Straßen Endwiesenstraße, Schwalbenstraße, Keltergasse und Wolfsgasse weisen ein starkes Gefälle und daher hohe Fließgeschwindigkeiten auf. Deshalb können hier Maßnahmen zur Wasseraufnahme oder Ableitung in Betracht gezogen werden. Zu gering ausgelegte oder verstopfte Straßeneinläufe können insbesondere bei Straßen mit hohem Längsgefälle dazu führen, dass das Oberflächenwasser bei einem Starkregenereignis nicht der Kanalisation zugeführt wird, obwohl diese noch hydraulische Kapazitäten aufweist. Daher können für die oben genannten Straßen der Einsatz von leis-

tungsstarken Einläufen (z.B. Bergeinläufe), die Begünstigung der Wasseraufnahme durch Erhöhung des Quergefälles der Straßenoberfläche, die Hintereinanderreihung mehrerer Einläufe in Fließrichtung oder das Anbringen mehrerer hintereinander angeordneter Querrinnen in Betracht gezogen werden [9].

In der Geländesenke auf den Grundstücken in den Oberen Seewiesen und der Backhausstraße sammelt sich Oberflächenwasser. Um ein Abfließen des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach zu ermöglichen können Einläufe an den Geländetiefpunkten gebaut werden und das Oberflächenwasser mittels Rinnen/Gräben in den Beutenmühlebach eingeleitet werden.

Zur Verhinderung von Überflutungen der Kläranlage von der Kreisstraße kann mithilfe von Einläufen und Rinnen oder Gräben das Oberflächenwasser gezielt in den Beutenmühlebach abgeleitet werden.

Nutzung von Frei- oder Grünflächen als Notretentionsraum

Für einen temporären Rückhalt von Oberflächenwasser bei Starkregen können Frei- und Grünflächen in Höpfigheim als Notretentionsraum genutzt werden. Die Spielwiese in der Straße In der Au kann z.B. für einen temporären Notretentionsraum in Betracht gezogen werden, um Überflutungen der angrenzenden Bebauung zu reduzieren bzw. zu verhindern. Hierfür kann das Gelände der Spielwiese abgesenkt werden. Die bestehende Spielwiese liegt bereits unterhalb des Straßenniveaus und läuft bereits bei einem seltenen Abflussereignis über. Dadurch kommt es zu Überflutungen der angrenzenden Bebauung In der Au 5. Hierfür kann eine gezielte Notentlastung und Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach in Betracht gezogen werden.

Abbildung 41: Spielwiese In der Au (Ortsbegehung am 20.04.2018)

Objektschutzmaßnahmen

An den Gebäuden in den von Überflutungen betroffenen Bereichen können Objektschutzmaßnahmen installiert werden, um die Gefährdung durch Starkregen zu reduzieren. Besonders zu empfehlen sind Objektschutzmaßnahmen in den Bereichen Meisenstraße, Wolfsgasse, Obere Seewiesen sowie teilweise in den Straßen In der Au, Im Vogelherd, Schlossgartenstraße, Hauptstraße und Mühlbachstraße.

Beispiele für Objektschutzmaßnahmen gegen Starkregenereignisse können Kapitel 7.4.2 entnommen werden. Welche Objektschutzmaßnahmen für ein Gebäude geeignet sind, muss je nach den örtlichen Gegebenheiten und dem möglichen Schadenspotential entschieden werden.

7.6 Weitere Maßnahmenvorschläge

An der Unterführung der Kreisstraße unter der Autobahn A81 sowie an der Kreisstraße an den Oberen Seewiesen können Gefahrenhinweisschilder angebracht werden, um den Straßenverkehr auf die Gefährdung durch Starkregen aufmerksam zu machen.

7.7 Hinweise zur Umsetzung von Rückhaltemaßnahmen

Für die Dimensionierung von Rückhaltemaßnahmen sind im Zuge der weiteren Planungsschritte eine Dimensionierung mittels Niederschlagsdaten des DWD und eine Nutzen-Kosten-Untersuchungen erforderlich.

Außerdem ist zu beachten, dass bauliche Maßnahmen zum Schutz von bebauten Gebieten, die nach dem 18.02.1999 erschlossen wurden, nicht förderfähig sind. Weitere, nicht förderfähige Maßnahmen sind Maßnahmen im Innenbereich, die die Siedlungsentwässerung und die Stadt- und Infrastrukturplanung betreffen sowie Maßnahmen, die Sturzfluten und Überschwemmungen aus dem Innenbereich bewältigen. Förderfähig sind Maßnahmen, die Überschwemmungen aus den Außenbereichen, verursacht von seltenen oder außergewöhnlichen Ereignissen, zurückhalten oder umleiten und somit zum Schutz der unterhalb liegenden Bebauung beitragen (Nr. 12.1 FrWw).

8. Zusammenfassung

Für den Stadtteil Höpfigheim der Stadt Steinheim an der Murr wurde ein kommunales Starkregenrisikomanagement aufgestellt. Im Zuge dessen wurden Starkregengefahrenkarten erstellt anhand deren eine Risikoanalyse für den Stadtteil durchgeführt wurde. Es konnten vier Bereiche identifiziert werden, die durch Oberflächenwasser aus den Außengebieten gefährdet sind: die Bereiche Meisenstraße, Wolfsgasse, Obere Seewiesen und einige Straßen südlich des Beutenmühlebachs. Außerdem konnten Risiken durch abfließendes Oberflächenwasser auf den innerörtlichen Straßen festgestellt werden, vor allem auf Straßen mit großem Gefälle sowie auf der Hauptstraße. In allen Bereichen besteht zusätzlich eine Gefährdung durch Erosion von den angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen.

Als Ergebnis wurde ein Handlungskonzept für den Stadtteil Höpfigheim entwickelt. Dieses beinhaltet Möglichkeiten zur Informationsvorsorge, kommunalen Flächenvorsorge, Krisenmanagement und verschiedene Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Außen- und Innenbereich. Maßnahmen der Informationsvorsorge können die Veröffentlichung der Starkregengefahrenkarten, Informationsveranstaltungen für die Bürger und Akteure oder das Bereitstellen von Informationsmaterialien zur Vorsorge und Verhalten bei Starkregenereignissen sein. Die kommunale Flächenvorsorge kann Maßnahmen zur Starkregenvorsorge in die Bauleitplanung aufnehmen, z.B. für die geplante Erweiterung des Baugebiets Seewiesen. Im Folgenden werden die Vorschläge für kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für den Außenbereich jeweils für die Bereiche Meisenstraße, Wolfsgasse, Obere Seewiesen und südlich des Beutenmühlebachs sowie für den Innenbereich zusammengefasst.

Außenbereich

Bereich Meisenstraße

<u>Maßnahmen zur Ableitung</u>

- Kurzfristige Maßnahme: Räumung und Vergrößerung der bestehenden Gräben
- Kurzfristige Maßnahme: Umbau der bestehenden Rechen an den Einläufen Meisenstraße und Burgunderstraße
- Langfristige Maßnahme: Bau eines Regenwasserkanals zur Ableitung des Oberflächenwassers in den Beutenmühlebach

<u>Maßnahmen zum Rückhalt</u>

- Mittelfristige Maßnahme: Anlegen einer Verwallung an den landwirtschaftlichen zum Rückhalt von Schlamm und Wasser und Anheben des landwirtschaftlichen Wegs

Außenbereich

- Mittelfristige Maßnahme: Angepasste Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen zur Verminderung von Erosion
- Langfristige Maßnahme: Nutzen des Fußballplatzes als multifunktionalen Retentionsraum

Bereich Wolfsgasse

<u>Maßnahmen zur Ableitung</u>

- Langfristige Maßnahme: Bau eines Regenwasserkanals zur Ableitung in den Beutenmühlebach

<u>Maßnahmen zum Rückhalt</u>

- Mittelfristige Maßnahme: Anlegen einer Verwallung im Randbereich der landwirtschaftlichen Flächen
- Mittelfristige Maßnahme: Angepasste Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen zur Verminderung von Erosion

Bereich Obere Seewiesen

- Kurzfristige Maßnahme: Aufstellen von Gefahrenhinweisschildern

<u>Maßnahmen zur Ableitung</u>

- Kurzfristige Maßnahme: Räumung und Vergrößerung der bestehenden Gräben
- Mittelfristige Maßnahme: Optimierung der Schächte und Durchlässe
- Langfristige Maßnahme: Bau eines Regenwasserkanals oder Grabens zur Ableitung des Oberflächenwassers von der Großbottwarer Stra0e in den Beutenmühlebach

<u>Maßnahmen zum Rückhalt</u>

- Mittelfristige Maßnahme: Angepasste Bewirtschaftung der östlich liegenden, landwirtschaftlichen Flächen zur Verminderung von Erosion
- Mittel- bis langfristige Maßnahme: Anbringen einer Verwallung parallel zur Kreisstraße und/oder auf den östlich angrenzenden, erosionsgefährdeten, landwirtschaftlichen Flächen
- Mittel- bis langfristige Maßnahme: Anbringen einer Verwallung auf den landwirtschaftlichen Flächen an der Großbottwarer Straße oder Anlegen eines unterirdischen Retentionsraums mit Rigolen

Außenbereich

Bereich südlich des Beutenmühlebachs

Maßnahmen zur Ableitung

- Kurzfristige Maßnahme: Räumen und Vergrößern der bestehenden Gräben In der Au und Im Vogelherd
- Mittelfristige Maßnahmen: Bau von Einlaufbauwerken in den Straßen Im Vogelherd und In der Au
- Langfristige Maßnahmen: Bau von Regenwasserkanälen oder Gräben zur Ableitung in den Beutenmühlebach

Maßnahmen zum Rückhalt

- Mittelfristige Maßnahme: Rückhaltorientierte Gestaltung der landwirtschaftlichen Wege
- Mittelfristige Maßnahme: Angepasste Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen zum Wasserrückhalt und zur Verminderung von Erosion

Innenbereich

- Kurzfristige Maßnahme: Objektschutz
- Längerfristige Maßnahme: Erhöhung des Stauraums der Straßen, gezielte Abflussleitung in den Beutenmühlebach und Nutzung von Freiflächen als Notretentionsraum

aufgestellt:
M.Sc. A. Lüke
Dipl.-Ing. A. Binder

Stuttgart, den 04.05.2018

gez. Dr.-Ing. Nina Winkler

9. Verwendete Unterlagen

	Autor	Titel, Stand
[1]	Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz (LUBW)	Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Stand: 2016
[2]	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)	Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ – Ein Handbuch für Bürger und Kommunen, Stand: 2015
[3]	Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH	Starkregen – Was können Kommunen tun?, Stand: 2013
[4]	geomer GmbH, Ruiz Rodriguez+Zeisler+Blank GbR	FloodArea^{HPC}-Desktop ArcGIS-Erweiterung zur Berechnung von Überschwemmungsbereichen: Anwenderhandbuch Version 10.3, Stand: 2016
[5]	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)	Geoportal, Download am 17.01.2018
[6]	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH	Hydraulische Berechnung an Fließgewässern zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten 2006-1 TBG 423; Stand: 2009
[7]	Stadt Schwaigern; Universität Hohenheim; Boden-Nutz+Schutz	Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz – 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen, Stand: 2007
[8]	Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz (LUBW)	Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR); Stand: 2017
[9]	DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	Starkregen und urbane Sturzfluten - Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge (DWA T 1/2013); Stand: 2013
[10]	DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen (DWA-M 119); Stand: 2016
[11]	Golz, S.; Bohnekamp, C.; Heyer, T. in WasserWirtschaft, Ausgabe 5/2017	Überflutungsbedingte Schäden an Straßenverkehrsinfrastrukturen; Stand: 2017
[12]	Benden, J.; Broesi, R; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G.	Multifunktionale Retentionsflächen - Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation; Stand: 2017