



GEMEINDE MÖGLINGEN STADT LUDWIGSBURG

Kommunales Starkregenrisikomanagement

Erläuterungsbericht
Teil 1 Gefährdungsanalyse

Stand: 25.11.2022

Projekt-Nr. TS-05301

Digitale Fertigung

ZUSAMMENFASSUNG

Der folgende Bericht dokumentiert die Vorgehensweise des kommunalen Starkregenrisikomanagements (SRRM) der Gemeinde Möglingen sowie des Stadtteils Pflugfelden der Stadt Ludwigsburg nach den Vorgaben des Leitfadens des Landes „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden Württemberg“. Das SRRM gliedert sich in drei Teile:

Der erste Teil, der mit diesem Bericht vorliegt, beinhaltet die Gefährdungsanalyse mithilfe hydraulischer Simulationen für ein seltenes, für ein außergewöhnliches sowie für ein extremes Regenerignis. Hierbei wurden Starkregengefahrenkarten (SRGK) erstellt, die Überflutungstiefen, Überflutungsausdehnung und Fließgeschwindigkeiten darstellen. Des Weiteren wurden Überflutungsanimulationen erstellt.

Die relevante Datengrundlage für die Modellierung bilden das digitale Geländemodell, die Oberflächenabflusskennwerte (OAK) sowie Luftbilder und ALKIS-Datensätze. Das eingesetzte Programm für die hydraulischen Berechnungen ist die Software ++Systems mit dem Aufsatz GeoCPM der Firma Tandler GmbH (Version 13), das den Anforderungen des Leitfadens genügt.

Für den Modellaufbau wurden verschiedene Modifikationen am Geländemodell durchgeführt. Dies beinhaltet die bereichsweise Ausdünnung des Geländemodells, die Aufnahme von abflussrelevanten Strukturen, die Prüfung und Modifikation des ALKIS-Datensatzes für die Implementierung von Häuserbruchkanten, die Einarbeitung von relevanten Ortsentwässerungen sowie Gewässerverdolungen, die Modifikation der OAKs in verschiedenen Bereichen sowie die Einarbeitung von Gewässersohlen für den Leudelsbach und Geländehöhen für die Becken Furt I und II aus Vermessungsdaten.

Weiterhin dokumentiert dieser Bericht die Abflussbilanzen der einzelnen Berechnungsmodelle.

Der zweite und dritte Teil des Starkregenrisikomanagements beinhaltet die Risikoanalyse und das Handlungskonzept. Diese sind in einem separaten Bericht dokumentiert.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	2
Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
Anlagenverzeichnis	5
1 Einführung	6
1.1 Veranlassung der Aufgabenstellung	6
1.2 Charakteristik von Starkregenereignissen	6
2 Gebietsbeschreibung	6
2.1 Abgelaufene Starkregenereignisse	7
3 Datengrundlagen	7
3.1 Topografie	7
3.2 Zusätzliche Vermessungen und Geländeaufnahmen	8
3.2.1 Vermessungen	8
3.2.2 Überprüfung der Rückhaltebecken	8
3.3 Angaben zur Ortsentwässerung.....	9
3.4 Landnutzung.....	9
3.5 Gebäudebestand.....	9
3.6 Gewässernetz	9
3.7 Vorhandene Schutzeinrichtungen	10
3.8 Oberflächenabflusskennwerte (OAK)	10
3.9 Ergebnisse anderer Berechnungen	10
3.10 Bild- und Videomaterial	10
4 Eingesetzte hydraulische Modellsoftware	10
4.1 Modellsoftware mit Version	10
4.2 Rauheitsansatz und gewählte Rauheitswerte	11
5 Modellaufbau	12
5.1 Vorgenommene Modifikationen am Geländemodell	12
5.1.1 Ausdünnung des Geländemodells	12
5.1.2 Prüfung des ALKIS-Datensatzes	13
5.1.3 Anpassung von Brücken	14
5.1.4 Erfassung von Bruchkanten	14
5.1.5 Anpassung Bereich Hanfbachschule	14

5.2	Verklausungsansätze an Brücken, Verrohrungen und Verdolungen.....	15
5.3	Berücksichtigung der Ortsentwässerung	16
5.4	Modifikationen an den OAK	16
5.5	Berücksichtigung von Dachflächen.....	17
5.6	Gebietsaufteilung und Berücksichtigung von Gewässern	18
5.6.1	Gebietseinteilung	18
5.6.2	Berücksichtigung von Gewässern.....	18
6	Rechenläufe	19
6.1	Entwurfsrechenlauf	19
6.2	Abschließende Rechenläufe	19
7	Rechenergebnisse und Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen	19
7.1	Überflutungstiefen/Überflutungsausdehnung.....	19
7.1.1	Allgemeine Anmerkungen	19
7.1.2	Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen.....	20
7.1.2 a	Möglingen.....	20
7.1.2 b	Pflugfelden	23
7.2	Fließgeschwindigkeiten und -richtungen.....	23
7.2.1	Allgemeine Anmerkungen	23
7.3	Kontrollquerschnitte	24
7.4	Volumenbilanzen.....	24
8	Kartendarstellungen.....	26
9	Ergebnisse der Gefährdungsanalyse	26
	Anlagenverzeichnis.....	29
	Unterlagenverzeichnis	29

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1	Flächenrauheiten	11
Tab. 2	Gewässerrauheiten.....	12
Tab. 3	Verklausungsansätze	15
Tab. 4	Potenzielle Gefahren bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (nach /1/.).....	20
Tab. 5	Potenzielle Gefahren bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (nach /1/.).....	24
Tab. 6	Abflussbilanz Möglingen Nord.....	25
Tab. 7	Abflussbilanz Möglingen Süd.....	25
Tab. 8	Abflussbilanz Pflugfelden.....	26

Tab. 9	Gefährdungsbereiche Ortsteil Pflugfelden.....	26
Tab. 10	Gefährdungsbereiche Gemeinde Möglingen.....	27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1	Gebietsüberblick (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)	7
Abb. 2	Längsschnitt HRB Eselspfad (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)	8
Abb. 3	Berechnungsnetz Pflugfelden (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)	13
Abb. 4	Gebäude Königsberger Straße, links: Darstellung Luftbild, rechts: Darstellung ALKIS (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)	13
Abb. 5	Mauer Ludwigsburger Straße.....	14
Abb. 6	Anpassung OAK-Werte Wohngebiet beim Hasenkreuz(links vor Anpassung, rechts nach Anpassung), (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)	17
Abb. 7	Gebietseinteilung	18
Abb. 8	Überflutung Rathaus Möglingen 2021 (Bildquelle Gemeinde Möglingen).....	21
Abb. 9	Überflutung am Feuerwehrhaus Möglingen (Bildquelle Gemeinde Möglingen)	21
Abb. 10	Überflutungen Naturgruppe Leudelsbach 2021 (Bildquelle: Gemeinde Möglingen).....	22
Abb. 11	Schlammablagerungen Straßenunterführung Ammertal/Münchinger Straße (Bildquelle: Gemeinde Möglingen).....	22
Abb. 12	Überflutung Hanfbachschule 2016 (Bildquelle Feuerwehr Möglingen)	23

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten
- 2 Kontrollquerschnitte

1 EINFÜHRUNG

1.1 Veranlassung der Aufgabenstellung

Die Gemeinde Möglingen und die Stadt Ludwigsburg beauftragten Klinger und Partner, Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH (Klinger und Partner GmbH, KuP), mit der Durchführung des kommunalen Starkregenrisikomanagements nach Vorgaben des Landes Baden-Württemberg für Ludwigsburg-Pflugfelden und Möglingen.

Beauftragt wurden im Sinne des Leitfadens der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) drei Teile des SRRM, die Gefährdungsanalyse (Erstellung von Starkregengefahrenkarten), die Risikoanalyse sowie ein Handlungskonzept. Teil 1 liegt mit diesem Bericht vor.

Durch die gemeinsame Beauftragung konnten nennenswerte Synergien in der Bearbeitung genutzt werden, die sich aus der Topographie des betrachteten Einzugsgebiets ergeben: Der Ludwigsburger Stadtteil Pflugfelden entwässert zur Gemeinde Möglingen hin.

1.2 Charakteristik von Starkregenereignissen

Starkregenereignisse sind durch eine räumliche Begrenztheit, eine hohe Intensität sowie eine kurze Dauer charakterisiert. Vor allem in den Sommermonaten stellen derartige Ereignisse in Verbindung mit heftigen Gewittern ein schwer kalkulierbares Risiko für Kommunen und Privathaushalte dar, das sich in Zukunft durch den fortschreitenden Klimawandel voraussichtlich zusätzlich verstärken wird. In den letzten Jahren haben einige Ereignisse in der Presse hohes Aufsehen erregt, zu erheblichen Sachschäden geführt und unter anderem auch Menschenleben gefordert. Die dabei aufgetretenen Schäden befinden sich nach Angaben von Versicherungen in vergleichbarer Höhe wie jene, die aus „klassischen“ Flusshochwässern resultieren (/1/). Da sich Starkregenereignisse nicht auf gewässernahe Gebiete beschränken, sondern grundsätzlich überall auftreten können, ist das Risikobewusstsein in der Bevölkerung gegenüber solchen Ereignissen meist wenig ausgeprägt.

Starkregenereignisse lassen sich nicht verhindern, und einen absoluten Schutz davor kann es nicht geben. Deshalb ist es wichtig, in Zukunft neben technischen Schutzmaßnahmen auch auf andere Maßnahmen zur schadlosen Ableitung des Wassers, zum Rückhalt in der Fläche, zur Informationsvorsorge und zum Katastrophenschutz zurückzugreifen. Der Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ der LUBW gibt den Kommunen einen Fahrplan an die Hand, wie dies erreicht werden kann. Er ist zugleich die Basis der vorliegenden Studie.

2 GEBIETSBESCHREIBUNG

Das betrachtete Einzugsgebiet liegt westlich der Stadt Ludwigsburg. Berechnet wurden die Einzugsgebiete des Ortsteils Pflugfelden sowie der Gemeinde Möglingen. Nachfolgend findet sich ein Überblick über das Gebiet mit eingetragenen Gewässereinzugsgebieten (rot).

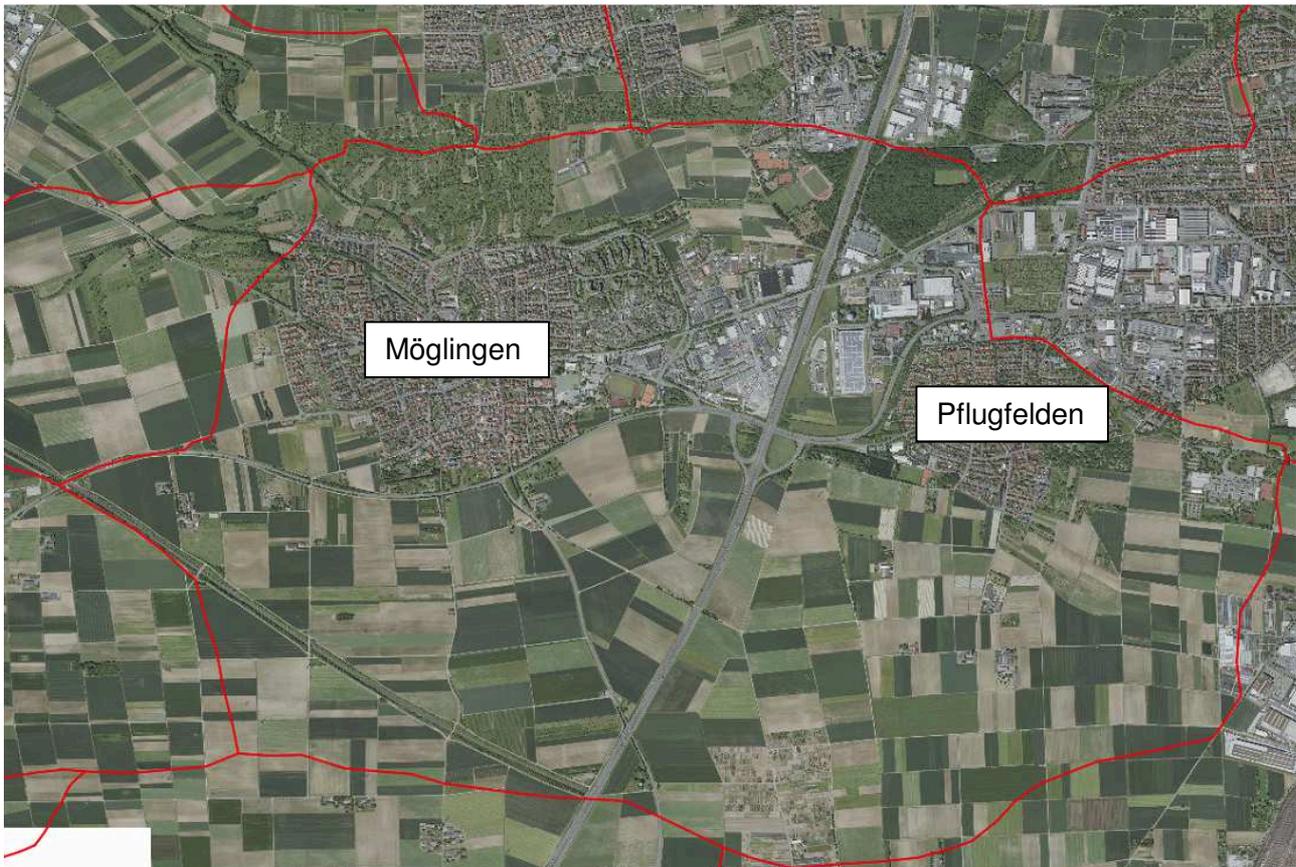


Abb. 1 Gebietsüberblick (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)

2.1 Abgelaufene Starkregenereignisse

Im Jahr 2021 kam es in der Gemeinde Möglingen zu einem Starkregenereignis, das großflächige Überflutungen im Ortsbereich zur Folge hatte. Weiterhin gab es in der Vergangenheit Überflutungen entlang des Leudelsbachs.

Im Stadtteil Pflugfelden sind keine größeren Ereignisse aus der Vergangenheit bekannt.

3 DATENGRUNDLAGEN

3.1 Topografie

Die Geländetopografie geht in Form des hydraulisch modifizierten Geländemodells der Hochwassergefahrenkarten (HydTERRAIN) in die Modellierung ein. Die Höheninformationen für das unregelmäßige Dreiecksnetz entstammen Laserscan-Befliegungen aus den Jahren 2016-2019 mit einer Auflösung von 8 Punkten/m².

3.2 Zusätzliche Vermessungen und Geländeaufnahmen

3.2.1 Vermessungen

Vermessungen wurden für eine hydraulische Untersuchung des Leudelsbachs im Frühjahr 2017 durchgeführt (/4/). Daher lagen Vermessungsdaten für den Leudelsbach sowie die Hochwasserrückhaltebecken (HRBs) Furt I und II bereits vor. Diese wurden in das Geländemodell mit eingearbeitet. Zu beachten ist, dass für den Leudelsbach lediglich die Sohle des Gewässers eingearbeitet wurde. Der Böschungsbereich wird ausreichend genau durch das Geländemodell abgebildet. Durch diese Vorgehensweise wird zudem ein homogener Übergang zwischen Sohle und Geländemodell gewährleistet.

3.2.2 Überprüfung der Rückhaltebecken

Es befinden sich neben dem HRB Furt I und II zwei weitere HRBs im Einzugsgebiet von Möglingen: das HRB Eselspfad sowie das HRB Binsach. Für diese beiden Becken lagen keine Vermessungen vor, die Volumina wurden deswegen noch einmal geprüft:

HRB Eselspfad

Laut Planunterlagen aus dem Jahr 1984 befindet sich das Becken im Dauerstau bei einem Wasserspiegel von 290 müNN (/6/). Die Sohle des Beckens im Geländemodell befindet sich ebenfalls bei rd. 290 müNN. Aus diesem Grunde wird das Rückhaltevolumen im Rahmen der allgemeinen Modellgenauigkeit als plausibel gewertet und das Becken nicht weiter bearbeitet. Nachfolgend findet sich ein Längsschnitt von Süd nach Nord durch das Becken aus dem Befliegungs-DGM.

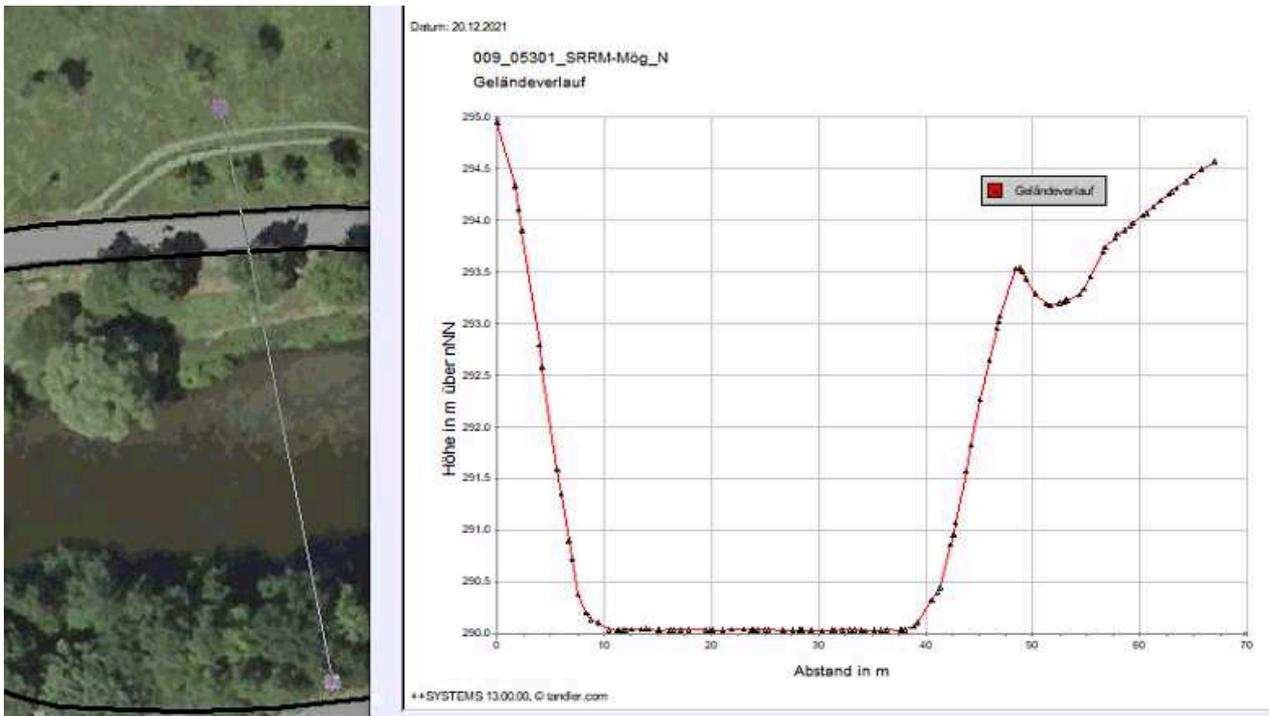


Abb. 2 Längsschnitt HRB Eselspfad (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)

HRB Binsach

Im Erläuterungsbericht der Planung des Beckens aus dem Jahr 1989 ist vermerkt, dass im Bereich Binsach keine zusätzlichen Aufschüttungen erforderlich sind, um das Stauziel des Beckens zu erreichen (/7/). Aufgrund der hohen Aktualität des Geländemodells sowie der Tatsache, dass der Bereich Binsach im Normalfall trocken ist, wird das DGM für dieses Becken als plausibel gewertet.

HRB Riedbach

Das HRB Riedbach im EZG Pflugfelden ist ebenfalls im Normalfall trocken, und das DGM für dieses Becken wird als plausibel gewertet.

3.3 Angaben zur Ortsentwässerung

Verschiedene Gewässerverdolungen wurden eingearbeitet. Unterlagen standen hier aus dem AKP Möglingen für die Gemeinde Möglingen bereits zur Verfügung. Für den Ortsteil Pflugfelden wurde ebenfalls das Kanalsystem digital zur Verfügung gestellt. Eine komplette Auflistung der eingearbeiteten Dolen befindet sich in Kapitel 5.2.

3.4 Landnutzung

Die Gemarkung der Gemeinde Möglingen und des Stadtteils Pflugfelden ist größtenteils von Ackerflächen bestimmt. Im Ortsinnern sind allerdings sowohl Möglingen als auch Pflugfelden stark befestigt. Nördlich des Leudelsbachs befinden sich Streuobstwiesen.

3.5 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand ist dem amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) entnommen, das vom AG zur Verfügung gestellt wurde. Die Häuserumrisse werden als Bruchkanten mit einer einheitlichen Höhe von 3 m in das Modell eingefügt. Durch einen programminternen Algorithmus wird das anfallende Wasser innerhalb der Häuserbruchkanten auf die angrenzenden Dreiecke des Geländemodells verteilt. Es besteht die Annahme, dass die Dachrinnen der Dächer vollständig überlastet sind und das Wasser zum Oberflächenabfluss beiträgt. Der Gebäudebestand wurde anhand von Ortsbegehungen und Luftbildern auf Vollständigkeit geprüft und bei Bedarf angepasst.

3.6 Gewässernetz

Im Berechnungsgebiet befinden sich folgende Gewässer:

- Leudelsbach
- Furtbach

3.7 Vorhandene Schutzeinrichtungen

Entlang des Leudelsbachs gibt es keine Schutzeinrichtungen des Hochwasserschutzes. Die drei Becken im EZG (HRB-Riedbach, Furt I, Furt II) sind im Modell integriert.

3.8 Oberflächenabflusskennwerte (OAK)

Das Regenereignis wird vom Land in Form von Oberflächenabflusskennwerten (OAK) vorgegeben. Die OAK wurden nach einem einheitlichen Verfahren von der Universität Freiburg für ein seltenes, ein außergewöhnliches und ein extremes Regenereignis der Dauerstufe 1 h erstellt und sind bei der LUBW im 5 x 5 m-Raster erhältlich.

Die zugrundeliegenden Niederschlagshöhen entsprechen ungefähr einem 30-jährlichen, einem 100-jährlichen und einem gewählten Extremereignis. In den OAKs sind neben den Regendaten Bodeneigenschaften wie z.B. Bodenart und Versickerungsfähigkeit mit eingerechnet. Aufgrund der Kombination unterschiedlicher Modellparameter können den Simulationsergebnissen keine statistischen Auftretenswahrscheinlichkeiten mehr zugeordnet werden (/1/). Für das seltene und das außergewöhnliche Ereignis wurde aufgrund der Beschaffenheit des Außengebiets (maßgeblich von Feldflächen bestimmt) die Annahme der Verschlämmung gewählt.

3.9 Ergebnisse anderer Berechnungen

Es wurden keine anderen Ergebnisse für diese Studie mit ausgewertet.

3.10 Bild- und Videomaterial

Die Gemeinde Möglingen stellte im Rahmen des Projektes Bildmaterial der Überflutungen des Jahres 2021 zur Verfügung.

4 EINGESETZTE HYDRAULISCHE MODELLSOFTWARE

4.1 Modellsoftware mit Version

Das eingesetzte Programm für die hydraulischen Berechnungen ist die Software ++Systems mit dem Aufsatz GeoCPM der Firma Tandler GmbH (Version 13). GeoCPM ist ein Programm zum Nachweis und zur Einschätzung von Gefahren durch Überflutungen. Dabei kombiniert das Programm die grafische Bearbeitung, die Modellierung, die Berechnung und die nachfolgende Analyse. Die Kopplung von Kanalnetz- und Oberflächenberechnung ist ebenfalls möglich, wurde im Projektgebiet jedoch nur für ausgewählte Dolen umgesetzt. Die Modellierung der Oberfläche erfolgt ausgehend vom digitalen Geländemodell mit einem unregelmäßigen Dreiecksnetz. Die hydrodynamische Berechnung des Oberflächenabflusses erfolgt mit der Complex Parallelstep Method, einem verallgemeinerten Ansatz der Flachwassergleichung (2D). Diese Gleichung ist in der komplexen Zahlenebene erweitert. Der komplexe Anteil der Lösung gibt Hinweis auf die Schwingungen im System und verhindert dessen Aufschaukeln, was sonst zu numerischen Fehlern führen würde. Dadurch hat die Gleichung eine uneingeschränkte numerische Stabilität bei entsprechender Ge-

nauigkeit. Die Simulation des Transports im Kanalnetz (hier nicht modelliert) und in den Verdolungen erfolgt ebenfalls hydrodynamisch (1D) mit dem Berechnungskern DYNA (Version 11). Dadurch ergibt sich eine gekoppelte 2D (Oberfläche) und 1D (Kanalnetz) Berechnung. Das Verfahren der Complex Parallelstep Method wird in der Firma Tandler bereits seit vielen Jahren in der Kanalnetzberechnung erfolgreich eingesetzt (/2/).

4.2 Rauheitsansatz und gewählte Rauheitswerte

In GeoCPM ist das Rauheitsgefälle anhand der Formel nach Darcy-Weisbach implementiert. Zur Bestimmung des Widerstandsbeiwerts wird auf die Formel von Prandtl-Colebrook für den Übergangsbereich zwischen hydraulisch rauem und hydraulisch glattem Widerstandsverhalten bei turbulenter Strömung zurückgegriffen. Die Anwendung dieser Formel führt bei hohen Rauheiten und geringen Wassertiefen zu einem unplausibel hohen Flächenrückhalt im Modell (bei geringer Reynoldszahl). Da in der Starkregenberechnung nach dem Leitfaden der LUBW die OAK-Werte zum Tragen kommen, ist hier ein Flächenrückhalt nicht zulässig. Aus diesem Grunde wurde die Gleichung nach Bellos, Nalbantis und Tsakiris zusätzlich in die Berechnung integriert. Dieser neue Ansatz wird bei niedriger Reynoldszahl (laminarem Abfluss, Fließbeginn) angewendet, und ein Flächenrückhalt findet nicht mehr statt. Eine Validierung des Ansatzes seitens des Programmherstellers Tandler fand statt (/9/).

Der neue Ansatz ist ab der Version 13 im Berechnungsprogramm integriert und findet bei der vorliegenden Studie Anwendung.

Das Berechnungsgebiet wurde in verschiedene Bereiche aufgeteilt und diesen ein entsprechender Rauheitsbeiwert zugeordnet. Basis hierfür bilden Luftbilder sowie Ortsbegehungen. In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Flächentypen und die Zuordnung der Rauheiten dargestellt. Der Parameter der Rauheit beeinflusst die Berechnungsergebnisse maßgeblich. Er bestimmt, wie schnell Wasser oberflächlich abfließt und wie viel Wasser auf einer Fläche zurückgehalten wird.

Tab. 1 Flächenrauheiten

Flächentyp	Wert [mm]
Häuser	1,5
Asphalt	2
Rasen	50
Schotterweg	60
Gewerbe	60
Wiesen/Streuobstwiesen	100
Grundstücksflächen	100
Feldflächen	150
Gartenland/Schrebergärten	160
Waldboden	180

Die Gewässerläufe des Leudelsbaches sowie des Furtbaches wurden mit folgenden Werten belegt.

Tab. 2 Gewässerrauheiten

Gewässer	Wert [mm]	Beschreibung
Leudelsbach	60	wenig bewachsen
Furtbach	100	stark bewachsen

Da die Gewässer in den Starkregengefahrenkarten nur eine untergeordnete Rolle spielen, wurde auf eine genauere Einteilung verzichtet.

5 MODELLAUFBAU

5.1 Vorgenommene Modifikationen am Geländemodell

Im Zuge der Modellierung wurden verschiedenste Modifikationen im Geländemodell vorgenommen. Für verschiedene Kategorien sind im Folgenden einige Beispiele genannt.

5.1.1 Ausdünnung des Geländemodells

Um die Rechenzeit in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde das digitale Geländemodell ausgedünnt. Zielsetzung ist eine Berechnungsdauer von maximal 16 Stunden. Dies geschah in folgenden Schritten:

Dreiecksbasierte Ausdünnung

Verschiedene, dreiecksbasierte Ausdünnungen wurden durchgeführt. Zunächst wurden Außengebiete, in denen keine hohe Genauigkeit erforderlich ist, auf eine minimale Dreiecksgröße von 1 m² ausgedünnt. Weiterhin wurde der Siedlungsbereich auf eine minimale Dreiecksgröße von 0,3 m² ausgedünnt. Der Übergang zwischen Außenbereich und Siedlungsbereich wurde auf eine minimale Dreiecksgröße von 0,5 m² ausgedünnt.

Die folgende Abbildung zeigt einen die unterschiedlichen Dreiecksgrößen darstellenden Bildausschnitt aus dem Berechnungsprogramm betreffend den Ortsteil Pflugfelden.

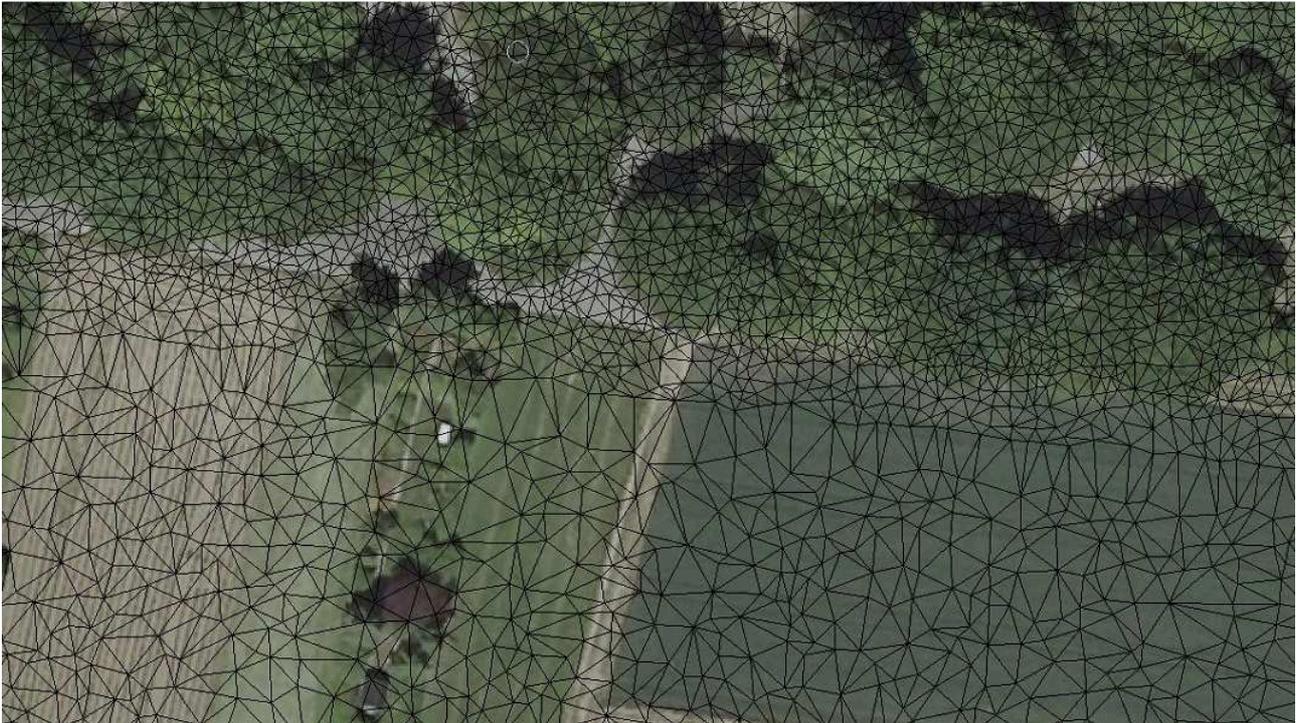


Abb. 3 Berechnungsnetz Pflugfelder (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)

5.1.2 Prüfung des ALKIS-Datensatzes

Der ALKIS-Datensatz wurde auf Aktualität in Bezug auf die Grundflächen des Gebäudebestands geprüft und bei Bedarf ergänzt bzw. korrigiert. Durch eine Ortsbegehung wurden diejenigen Gebäude geprüft, bei denen eine Unsicherheit herrschte. Beispielhaft ist hier ein Gebäude in der Königsberger Straße in Möglingen zu nennen. Dieses wurde neu gebaut und ist noch nicht in den ALKIS-Daten vorhanden.

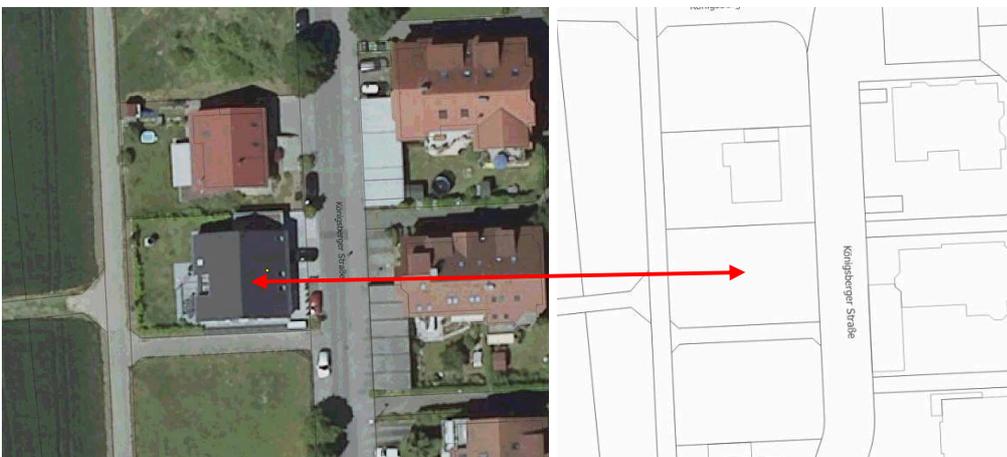


Abb. 4 Gebäude Königsberger Straße, links: Darstellung Luftbild, rechts: Darstellung ALKIS (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)

5.1.3 Anpassung von Brücken

Das DGM weist im Bereich von Brücken methodisch bedingt fehlerhafte Strukturen auf. Dies wurde korrigiert, sodass das Gelände unterhalb der Brücken die Höhe im Geländemodell definiert. Die Geländehöhe der Brückenoberkante ist nicht im Geländemodell enthalten. Dies ist für die Modellierung nicht erforderlich.

Beispielhaft sind hier die Brücken unter der A81 zu nennen. Diese wurden so angepasst, dass das Geländemodell der unterliegenden Fahrbahn entspricht. Damit ist ein Übergang der Wassermengen von der Gemarkung Ludwigsburg auf die Gemarkung Möglingen gewährleistet.

5.1.4 Erfassung von Bruchkanten

Bei Ortsbegehungen wurden relevante Strukturen in Bereichen aufgenommen (Bordsteine, Mauern etc.), die den Oberflächenabfluss maßgeblich beeinflussen. Für jede aufgenommene Struktur wurde im Modell geprüft, ob diese im Geländemodell bereits enthalten ist. Bei Bedarf wurde diese hinzugefügt.

Beispielhaft ist hier eine Mauer an der Ludwigsburger Straße in Möglingen zu nennen. Diese Daten wurden vor Ort erhoben und in das Modell eingearbeitet.



Abb. 5 Mauer Ludwigsburger Straße

5.1.5 Anpassung Bereich Hanfbachschule

Die Befliegung des DGMs wurde mutmaßlich im Zeitraum des Umbaus der Hanfbachschule durchgeführt. Dadurch ist dieser Bereich nicht ausreichend genau im DGM abgebildet. Da zu diesem Flurstück Höhendaten von der Planung zur Verfügung standen, die im Rahmen eines Überflutungsnachweises erhoben wurden, konnte hier das DGM entsprechend der Ausführungsplanung

aus dem Jahr 2016 verändert werden (/8/). Damit ist dieser Bereich nun ausreichend genau im DGM dargestellt, und auf eine Vermessung konnte in diesem Bereich verzichtet werden.

5.2 Verklausungsansätze an Brücken, Verrohrungen und Verdolungen

Die Verklausungsansätze für Doleneinläufe oder Brücken wurden anhand von Ortsbegehungen für jeden einzelnen Einlauf/jede einzelne Dole für das seltene und für das außergewöhnliche Ereignis festgelegt (auf Basis des Vollfüllungsabflusses der Dolen oder Angaben für Drosselabflüsse aus den Untersuchungen /4/ und /5/). Für die Berechnung des extremen Ereignisses herrscht die Annahme, dass alle Dolen (bis auf die Auslässe der Becken Furt I, II, Eselspfad und Riedbach) verlegt sind. Nachfolgend finden sich eine Auflistung, die Wahl der Ansätze und eine kurze Beschreibung/Begründung.

Tab. 3 Verklausungsansätze

Dole	Ansatz Verklausung	Beschreibung
Gemeinde Möglingen		
Dole Abenteuerspielplatz (DN 600)	70 %	Große Dole, kein Gitter
Brücke RBF unholder Weg	70%	Große Dole, Verlegung durch Schlamm des angrenzenden Feldes wahrscheinlich
Dole Enzstraße West (DN 400)	50 %	Kleine Dole, teilweise Verlegung wahrscheinlich
Dole Enzstraße (DN 500)	50 %	Kleine Dole, teilweise Verlegung wahrscheinlich
Dole Feldweg Bereich L1110 (DN 400)	50 %	Kleine Dole, teilweise Verlegung wahrscheinlich
Dole HRB Eselspfad	Drossel 500 l/s	Angabe aus /5/
Dole Furt II	Drossel 100 l/s	Angabe aus /4/
Brücke Leudelsbach Wiesenweg	Keine Verklausung	Von Siedlung geprägtes EZG
Brücke Leudelsbach Asperger Straße	Keine Verklausung	Von Siedlung geprägtes EZG
Brücke Leudelsbach Fasänenweg	Keine Verklausung	Von Siedlung geprägtes EZG
Stadtteil Pflugfelden		
Dole Ob dem Stammheimer Weg (DN 500)	50 %	Verlegung durch Schlamm des angrenzenden Feldes wahrscheinlich
Dole Stammheimer Weg	50 %	zwei Dolen DN 300 Verlegung wahr-

(DN 300)		scheinlich
Dole Kreuzung Würmstraße/Stammheimer Str. (DN 800)	70 %	Große Dole, teilweise Verlegung durch angrenzende Feldflächen wahrscheinlich
Dole Kreuzung Würmstraße/Herrschaftsweg (DN 800)	70 %	Große Dole, teilweise Verlegung durch angrenzende Feldflächen wahrscheinlich
Dole Kreuzung Würmstraße Sportplatz (DN 800)	70 %	Große Dole, teilweise Verlegung durch angrenzende Feldflächen wahrscheinlich
Dole HRB Riedbach	Drossel 2650 l/s	Angabe aus /4/
Dole Furt I	Drossel 100 l/s	Angabe aus /4/

5.3 Berücksichtigung der Ortsentwässerung

Folgende Elemente der Ortsentwässerung wurden berücksichtigt:

- Dole HRB Eselspfad in den Leudeslbach
- Dole Furt I in den Leudelsbach
- Dole Furt II in Furt I
- Dole HRB Riedbach in Furt II

Die Höhendaten der Dolen wurden dem Allgemeinen Kanalplan entnommen (/5/).

5.4 Modifikationen an den OAK

Es wurde eingehend geprüft, ob sich Neubaugebiete oder sonstige Änderungen ergeben haben, die noch nicht auf den OAKs abgebildet sind. Folgende Gebiete wurden identifiziert und angepasst:

Gemeinde Möglingen

- Wohngebiet beim Hasenkreuz

Stadtteil Pflugfelden:

- Gewerbegebiet LAPP Kabel
- Wohngebiet „Am Wasserfalle“, „Im Obstgarten“, „In den Baumwiesen“
- Wohngebiet „Campus Verde“
- Westrandstraße (gesamter Bereich)

Für die Anpassung der OAK wurden diese aus den umliegenden Grundstücksstellen für jedes Gebiet ausgewertet und gemittelt auf das Gebiet übertragen. Ebenfalls wurden Häuserflächen und Straßenflächen angepasst.

Die Anpassung erfolgte mit allen 12 OAK-Rastern für jedes Ereignis. In der nachfolgenden Abbildung ist das Wohngebiet beim Hasenkreuz in Möglingen vor der Anpassung der OAKs sowie nach der Anpassung dargestellt. Je heller die Flächen sind, desto größer ist dabei der Abflusswert. Klar zu sehen sind im linken Bild die fehlenden Gebäude und einige Wege. Zu beachten ist, dass die

Auflösung der OAK-Werte für die Anpassung von 5x5 m auf 1x1 m verändert wurde. Damit geht kein Verlust von Wassermengen einher, da sich die OAK-Werte auf Quadratmeter beziehen. Aus diesem Grund ergibt sich die recht grobe Darstellung der OAKs außerhalb des Anpassungsbereichs (hier gibt es Mischwerte für Randbereiche beispielsweise für Straßen oder Häuser). Für eine Anpassung ist die Auflösung von 5x5 m nicht genau genug, und es ergeben sich nur sehr grobe Strukturen des Gebiets.

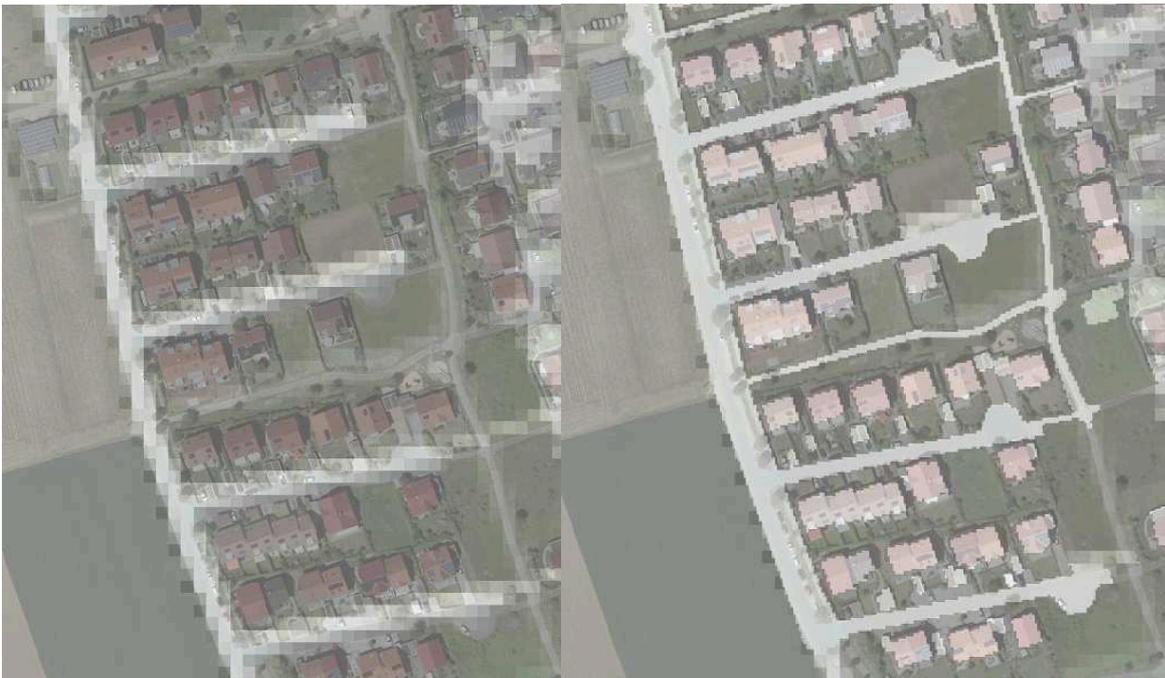


Abb. 6 Anpassung OAK-Werte Wohngebiet beim Hasenkreuz(links vor Anpassung, rechts nach Anpassung), (Bildquelle: Digitales Orthofoto © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung)

Durch die Anpassung der OAK-Werte wird in diesen Bereichen ein deutlich realistischeres Ergebnis erzielt. Die Prüfung und Einarbeitung erfolgte auf Empfehlungen eines Hinweispapiers der LUBW vom November 2019 (/3/).

5.5 Berücksichtigung von Dachflächen

Es wird davon ausgegangen, dass Hausanschlüsse bei derartigen Regenmengen überlastet sind. Das Wasser wird von den Dächern auf die umgebenden Flächen abgegeben und trägt dort zum Oberflächenabfluss bei. Dies ist über einen programminternen Algorithmus sichergestellt (beschrieben in Kapitel 2.5).

5.6 Gebietsaufteilung und Berücksichtigung von Gewässern

5.6.1 Gebietseinteilung

Die Gebietseinteilung erfolgte auf Basis der Gewässereinzugsgebiete (in Abbildung 3 in rot dargestellt) in die drei Teilgebiete Möglingen Nord, Möglingen Süd und Pflugfelden. Dabei wurde berücksichtigt, dass jeweils der schlechteste Fall (d. h. größtmögliches EZG) berechnet wurde. Ein weiteres Kriterium ist die maximale Flächengröße von 5 km² pro EZG nach Vorgabe von /1/. Bei überlappenden Gebieten ist in den Starkregengefahrenkarten ebenfalls der schlechtere Fall dargestellt (d. h. höhere Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten). In der nachfolgenden Abbildung sind die einzelnen Teileinzugsgebiete dargestellt.

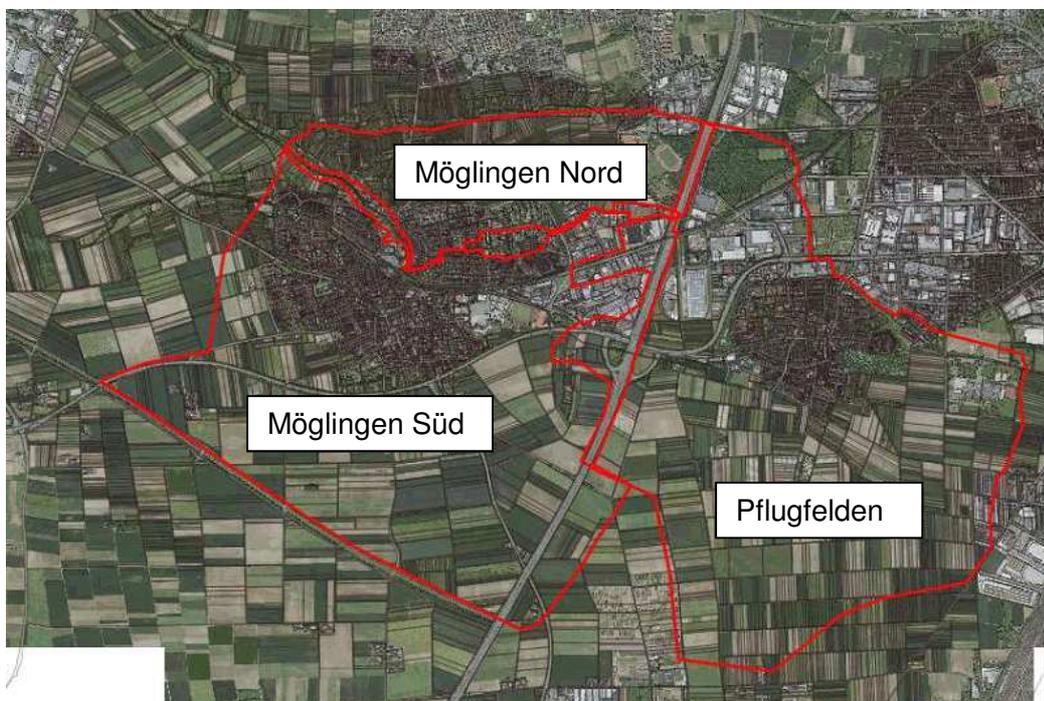


Abb. 7 Gebietseinteilung

5.6.2 Berücksichtigung von Gewässern

Für den Leudelsbach liegen eine Vermessung sowie eine Hochwassergefahrenkarte vor.

Andere, kleinere Gewässer sind ausreichend genau im Geländemodell enthalten. Hier wurde aufgrund des hohen Aufwands und der relativ kleinen, erwartbaren Ergebnisänderungen auf eine Vor-Ort-Aufnahme und eine Einarbeitung in das Geländemodell verzichtet.

6 RECHENLÄUFE

6.1 Entwurfsrechenlauf

Für einen Entwurfsrechenlauf wurde jedes Modell zunächst grob erstellt (DGM, Häuserbruchkanten, Rauheiten, OAKs). Anhand dieses Rechenlaufs wurden Bereiche festgelegt, die bei einer Ortsbegehung begangen und auf Plausibilität geprüft wurden. Hier wurde der Fokus auf besonders kritische Bereiche gelegt.

6.2 Abschließende Rechenläufe

Die Aufnahmen und Erkenntnisse aus den Ortsbegehungen wurden anschließend in die Modelle eingearbeitet. Nach der Eintragung fanden weitere Rechenläufe statt, in denen die eingetragenen Änderungen auf ihre Wirksamkeit geprüft wurden. Es wurden ebenfalls Fehler im Geländemodell korrigiert sowie Gewässerverdolungen und Elemente der Ortsentwässerung eingefügt. Schrittweise wurden somit die Modelle verfeinert und optimiert.

7 RECHENERGEBNISSE UND ABGLEICH MIT ABGELAUFENEN EREIGNISSEN

7.1 Überflutungstiefen/Überflutungsausdehnung

7.1.1 Allgemeine Anmerkungen

Generell sind hohe Überflutungstiefen in Senken im Geländemodell festzustellen, die sich erwartungsgemäß im Laufe des Regenereignisses auffüllen. Ein Gefährdungspotential birgt dies vor allem in abgesenkten Einfahrten zu Garagen oder Tiefgaragen, da hier eindringendes Wasser Schäden an Gebäuden verursachen oder sogar eine Gefahr für Leib und Leben für eingeschlossene Personen darstellen kann. Dies betrifft sowohl private als auch gewerblich genutzte Gebäude. Wasser steht hier bis zum Ende der Simulationszeit in den Senken, eine Abflussmöglichkeit über Entwässerungseinrichtungen (falls vorhanden) wurde nicht im Modell integriert. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass die Entwässerungseinrichtungen bei einem außergewöhnlichen oder extremen Regenereignis überlastet sind.

Ein weiterer Punkt ist der Aufstau an der dem Hang zugewandten Seite von Gebäuden. Dies ist ebenfalls über das gesamte Projektgebiet zu beobachten. Hier kann Wasser z. B. über Türen oder Lichtschächte mit geringer Aufkantung in die betroffenen Häuser eindringen. Möglicherweise ist das Hangwasser auch stark mit Erdmaterial verschlammte, das von den Hängen abgetragen wird. Im Allgemeinen fließt dieses Wasser im Laufe der Simulation nicht ab.

Einen Anhaltspunkt zur Interpretation der Überflutungstiefen gibt der Leitfaden des Landes. In der nachfolgenden Tabelle sind die potenziellen Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktureinrichtungen und Objekte bei verschiedenen Wassertiefen dargestellt:

Tab. 4 Potenzielle Gefahren bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (nach /1/)

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
5 – 10 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volllaufende Keller können das Öffnen von Kellertüren gegen den Wasserdruck verhindern ▪ Eingeschlossenen Personen droht das Ertrinken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überflutung und Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern ▪ Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. (Tief-)Garageneinfahrten ▪ Wassereintritt durch ebenerdige Türen mit möglicher Schädigung von Inventar
10 – 50 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ s.o. ▪ für (Klein-)Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wassereintritt auch durch höher gelegene Kellerfenster möglich
50 – 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ s.o. ▪ für (Klein-)Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen möglich
> 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahr für Leib und Leben bei statischem Versagen und Bruch von Wänden ▪ Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mögliches Versagen von Bauwerksteilen

Es gibt viele Bereiche, in denen bereits bei einem seltenen Regenereignis eine Überflutungstiefe von > 5 cm direkt an Gebäuden festzustellen ist. Dies kann bei ebenerdigen Lichtschächten oder Kellerfenstern schon zu einem Wassereintritt in Gebäude führen. Bei einem außergewöhnlichen oder extremen Regenereignis können die Überflutungstiefen in gleichen Bereichen deutlich höher ausfallen.

Generell ist zu beobachten, dass einige Bereiche schon bei einem seltenen Ereignis Gefährdungspotential aufweisen, dieses verstärkt sich bei einem außergewöhnlichen Ereignis, beim extremen Ereignis ist noch einmal mit deutlich größeren Überflutungen zu rechnen. Der Boden kann nur noch einen geringen Teil des Wassers aufnehmen, und es kommt verstärkt zum Oberflächenabfluss. Außerdem kommt beim extremen Ereignis zusätzlich aus Waldflächen Wasser zum Abfluss.

Die Überflutungsausdehnung steigt vom seltenen zum extremen Ereignis deutlich an.

7.1.2 Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen

7.1.2 a Möglingen

Im Jahr 2021 kam es zu einem Starkregenereignis im EZG-Teil Möglingen Süd. Es kam zu großflächigen Überflutungen am Rathaus in Möglingen. In der nachfolgenden Abbildung findet sich der Vergleich der Simulationsergebnisse für das seltene Regenereignis mit den beobachteten Überflutungen. Man sieht in Abbildung 8, dass die Überflutungsausdehnung stark übereinstimmt. Anwohner in der Kirchgasse berichteten ebenfalls von großflächigen Überflutungen in diesem Bereich und einem Wassereintritt in die Tiefgarage Kirchgasse 4.



Abb. 8 Überflutung Rathaus Möglingen 2021 (Bildquelle Gemeinde Möglingen)

Weithin kam es am selben Tag zu einem Wassereintritt in das Feuerwehrhaus, auch hier passen Simulationsergebnis und Beobachtung sehr gut zueinander (vgl. Abbildung 9).

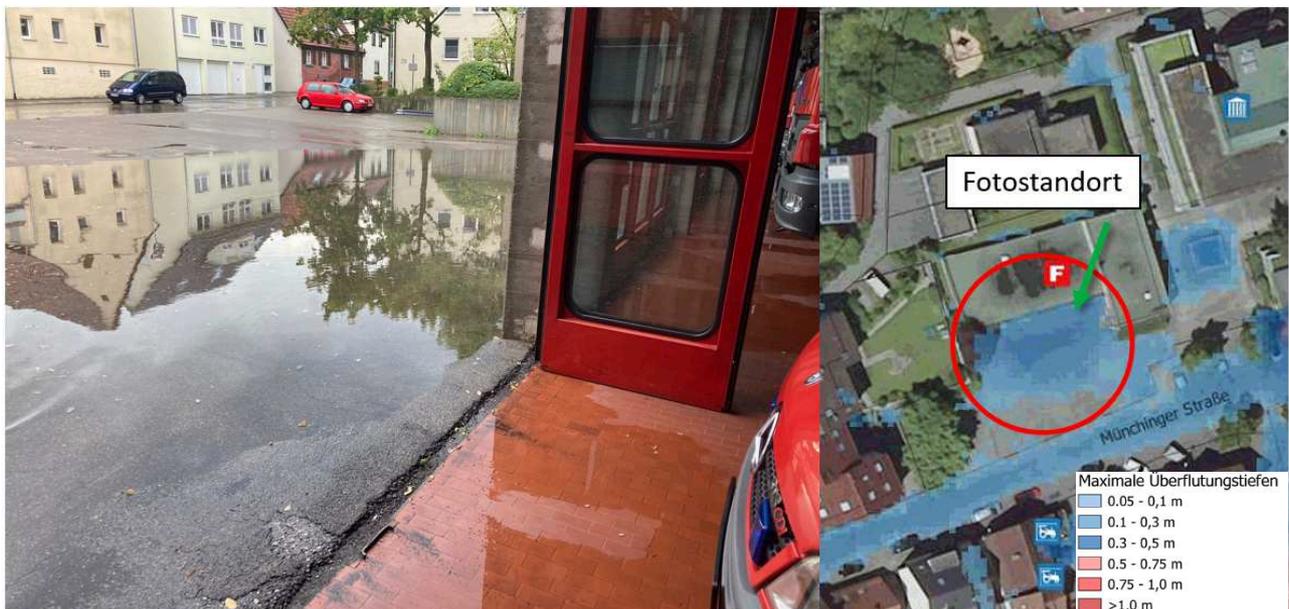


Abb. 9 Überflutung am Feuerwehrhaus Möglingen (Bildquelle Gemeinde Möglingen)

Ebenfalls wurden Überflutungen an der Naturgruppe Leudelsbach beobachtet, die sich auch im Modell wiederfinden (Abbildung 10)

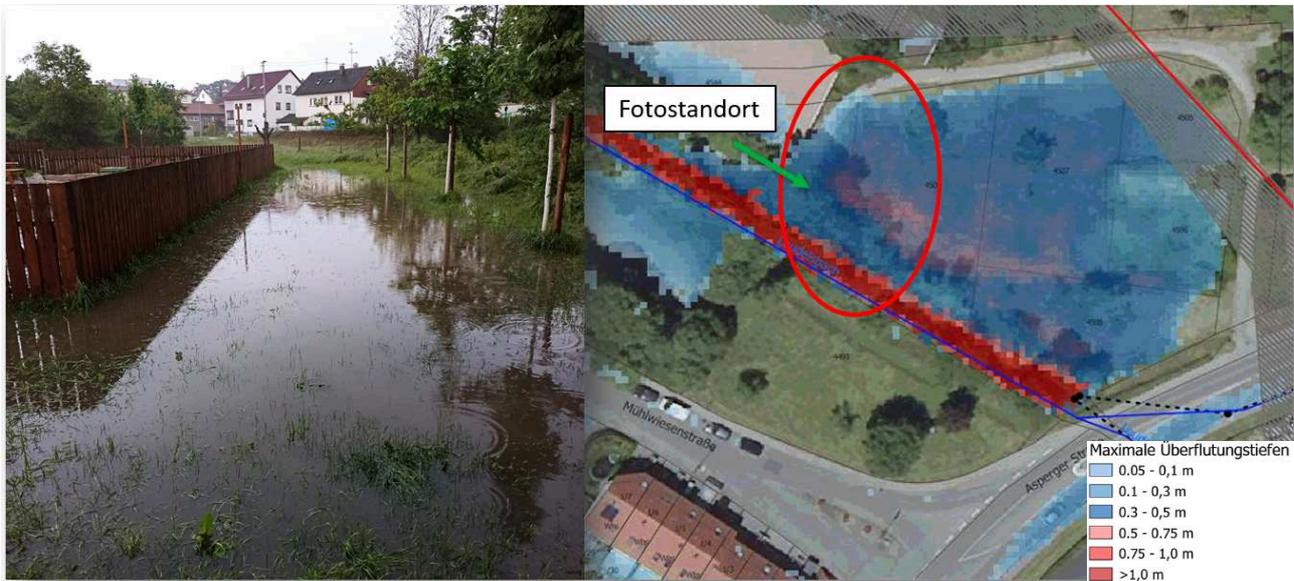


Abb. 10 Überflutungen Naturgruppe Leudelsbach 2021 (Bildquelle: Gemeinde Möglingen)

An der Straßenunterführung Ammertal/Münchinger Straße kam es beim selben Ereignis zu Bodenerosion und Materialtransport bis an das Rathaus in Möglingen. Die Fließwege sind plausibel im Modell abgebildet. In diesem Bereich kommt es zu sehr hohen Fließgeschwindigkeiten im Modell (Abbildung 11).



Abb. 11 Schlammablagerungen Straßenunterführung Ammertal/Münchinger Straße (Bildquelle: Gemeinde Möglingen)

An der Hanfbachschule wurden zudem bereits 2016 Überflutungen beobachtet. Die Überflutungsausdehnung deckt sich hier ebenfalls sehr gut mit dem erstellten Starkregenmodell (Abbildung 12).



Abb. 12 Überflutung Hanfbachschule 2016 (Bildquelle Feuerwehr Möglingen)

Weitere Bereiche, in denen Überflutungen beobachtet, aber nicht mit Bildern dokumentiert wurden, sind die Unterführung im Wiesenweg sowie der Wiesenweg am Leudelsbach. In diesen Bereichen zeigt das Modell ebenfalls Überflutungen.

7.1.2 b Pflugfelden

Im EZG-Pflugfelden wurden laut Aussage der Stadt in jüngerer Zeit keine größeren Ereignisse beobachtet oder dokumentiert. In einer Besprechung wurden die Ergebnisse jedoch plausibilisiert und als korrekt gewertet.

7.2 Fließgeschwindigkeiten und -richtungen

7.2.1 Allgemeine Anmerkungen

Hohe Fließgeschwindigkeiten treten über das Projektgebiet gesehen vor allem auf Straßen mit großer Neigung auf. Diese fungieren als maßgebliche Abflusswege für den Oberflächenabfluss. Straßen mit hohen Fließgeschwindigkeiten sind z. B. die Münchinger Straße in Möglingen sowie die Stammheimer Straße in Pflugfelden. Hier sind die maximalen Überflutungstiefen gering (wenige Zentimeter), allerdings kann eine Gefährdung durch hohe Fließgeschwindigkeiten und mitgerissene Objekte entstehen. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten steigern sich vom seltenen zum extremen Ereignis deutlich. Dort, wo sich das Wasser in Senken sammelt, sind die Fließgeschwindigkeiten gering, und eine Gefährdung kommt durch die großen Wassertiefen zustande. Durch die Darstellung der maximalen Fließgeschwindigkeiten in Kombination mit den Fließrichtungen kann sehr gut nachvollzogen werden, welchen Weg das Wasser nimmt.

Einen Anhaltspunkt zur Interpretation der Fließgeschwindigkeiten bietet wieder der Leitfaden der LUBW. In der folgenden Abbildung ist eine Tabelle mit den potenziellen Gefahren durch hohe Fließgeschwindigkeiten dargestellt.

Tab. 5 Potenzielle Gefahren bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (nach /1/)

Fließgeschwindigkeit	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
> 0,2 – 0,5 m/s	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahr für ältere, bewegungseingeschränkte Bürger oder Kinder beim Queren des Abflusses 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versagen von Türdichtungen durch erhöhten Druck
> 0,5 – 2 m/s	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahr für Leib und Leben beim Versuch, sich durch den Abflussstrom zu bewegen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglicher Bruch von Wänden durch Kombination von hohen statischen und dynamischen Druckkräften
> 2 m/s	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahr für Leib und Leben bei Versagen von Bauwerksteilen ▪ Gefahr durch mitgeführte, größere Feststoffe (z. B. Container, Auto, Baumstamm etc.) ▪ Versagen von Bauelementen in Folge von Unterspülung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mögliches Versagen von Bauwerksteilen durch hohe dynamische Druckkräfte ▪ Mögliches Versagen von Bauwerksteilen durch mitgeführte Feststoffe ▪ Beschädigung der Bausubstanz durch Unterspülung

Beim seltenen sowie beim außergewöhnlichen Regenereignis sind die Fließgeschwindigkeiten nur sehr vereinzelt über 2 m/s, das heißt ein Versagen von Bauwerksteilen und die Gefahr der Mitführung von größeren Feststoffen ist kaum zu erwarten. Allerdings kommt es durchaus auf einigen abschüssigen Straßen schon beim seltenen Ereignis zu Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,5 und 1 m/s, sowie > 1 m/s beim außergewöhnlichen Ereignis. Schon dies kann eine Gefahr für Leib und Leben für Personen bedeuten, die beispielsweise die Straße überqueren möchten. Beim extremen Ereignis kommt es aufgrund der deutlich höheren Oberflächenabflüsse auch zu deutlich höheren Fließgeschwindigkeiten.

7.3 Kontrollquerschnitte

Insgesamt wurden 37 Kontrollquerschnitte im EZG-Bereich gesetzt. Ausgewertet finden sich diese in Anlage 2.

7.4 Volumenbilanzen

Nachfolgend wird für alle drei Regenereignisse die Volumenbilanz für die vier Teilgebiete dargestellt, außerdem werden die Maximalwerte für Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten genannt. Die nachfolgende Formel beschreibt die Abflussbilanz:

$$Q_{ges} + Q_Q - Q_R - (Q_{Kein} - Q_{Kaus}) - Q_{aus} - Q_s - Q_v \stackrel{!}{=} 0$$

Q_{ges} : Gesamtabflussmenge (OAKs)

Q_Q : Volumen Quellen

Q_R : Restvolumen, das am Ende der Simulation im Modell verbleibt

Q_{Kein} : Einlauf Kanalnetz/Dole

Q_{Kaus} : Auslauf Kanalnetz/Dole

Q_{aus} : Auslaufvolumen über Modellränder

Q_s : Volumen Senken

Q_v : Verlustvolumen der Oberflächendreiecke

Senken wurden in keinem der Modelle eingearbeitet, ebenso findet kein Verlust auf den Oberflächendreiecken statt. Dies ist in den OAK-Daten mit eingerechnet.

Die Abweichung in der Abflussbilanz sollte laut /1/ nicht größer als +/- 5% sein, dies ist für alle Modelle sicher erfüllt.

Tab. 6 Abflussbilanz Möglingen Nord

	Selten [m³]	Außergewöhnlich [m³]	Extrem [m³]
Q _{ges}	22.949	37.338	142.303
Q _{aus}	6.488	11.730	80.075
Q _R	16.119	25.145	61.756
Q _V	0	0	0
Q _{Kaus}	19.531	34.499	132.791
Q _{Kein}	19.882	34.908	133.321
Q _Q	0	0	0
Abflussbilanz	-10	53	-58
Abweichung	-0,05%	0,14%	-0,04%

Tab. 7 Abflussbilanz Möglingen Süd

	Selten [m³]	Außergewöhnlich [m³]	Extrem [m³]
Q _{ges}	91.451	145.186	498.909
Q _{aus}	10.458	36.347	348.032
Q _R	80.359	108.089	150.168
Q _V	0	0	0
Q _{Kaus}	44.133	126.839	264.332
Q _{Kein}	44.773	127.586	265.194
Q _Q	0	0	0
Abflussbilanz	-6	3	-153
Abweichung	-0,01%	0,00%	-0,03%

Tab. 8 Abflussbilanz Pflugfelden

	Selten [m³]	Außergewöhnlich [m³]	Extrem [m³]
Q _{ges}	80.043	126.577	479.502
Q _{aus}	6.858	19.285	316.942
Q _R	77.478	100.039	142.474
Q _V	0	0	0
Q _{Kaus}	35.583	69.516	127.433
Q _{Kein}	38.339	83.413	157.364
Q _Q	6.136	6.136	6.136
Abflussbilanz	-912	-509	-3.707
Abweichung	-1,14%	-0,40%	-0,77%

8 KARTENDARSTELLUNGEN

Folgende Kartendarstellungen wurden im Rahmen des Starkregenrisikomanagements erstellt:

- Übersichtskarten Überflutungstiefen für jeden Stadtteil je Szenario
- Detailkarten maximale Überflutungstiefen je Szenario
- Detailkarten maximale Fließgeschwindigkeiten je Szenario
- Detailkarten Überflutungsausdehnungen aller drei Regenereignisse in einer Kartendarstellung
- Übersichtsdarstellung der verwendeten Modellrauheiten

9 ERGEBNISSE DER GEFÄHRDUNGSANALYSE

In diesem Kapitel sind die wichtigsten Gefährdungsbereiche tabellarisch aufgeführt. Eine detaillierte Analyse der Starkregengefahrenkarten ist in der Risikoanalyse durchgeführt. Die Abkürzungen UT steht für „Überflutungstiefe“, die Abkürzung FG für „Fließgeschwindigkeit“. Die Werte beziehen sich jeweils auf das außergewöhnliche Ereignis.

Tab. 9 Gefährdungsbereiche Ortsteil Pflugfelden

Bereiche	Gefährdung	UT/FG Max
Schulcampus Römerhügel	Hohe Überflutungstiefen direkt an den Gebäuden	> 1 m
Im Obstgarten	Fließweg führt durch die Bebauung	Bis zu 1,5 m/s
Eglosheimer Straße, Dorfstraße	Hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße	Bis zu 1,5 m/s
Stammheimer Straße	Hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße und durch die Bebauung	Bis zu 1,5 m/s

Enzstraße	Hohe Überflutungstiefen direkt an Gebäuden und Garageneinfahrten, hohe Fließgeschwindigkeiten	> 1 m
Kleines Feldle	Hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße	Bis zu 1,5 m/s
TV Pflugfelden	Hohe Überflutungstiefen direkt an Gebäuden und Garageneinfahrten, hohe Fließgeschwindigkeiten	Bis zu 1 m
HRB Riedbach	Hohe Überflutungstiefen	> 1 m

Tab. 10 Gefährdungsbereiche Gemeinde Möglingen

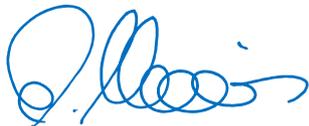
Bereiche	Gefährdung	UT/FG Max
Daimlerstraße	Hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße	Bis zu 1,5 m/s
HRB Binsach	Hohe Überflutungstiefen	> 1 m
Gewerbegebiet Ludwigsburger Straße	Hohe Überflutungstiefen direkt an den Gebäuden	Bis zu 1 m
Kreisverkehr Ludwigsburger Straße	Hohe Überflutungstiefen und großflächige Überflutung im gesamten Bereich	> 1 m
Bereich Rathaus	Hohe Überflutungstiefen und großflächige Überflutung im gesamten Bereich	Bis zu 1 m
Wiesenweg bis Leudelsbach	Hohe Überflutungstiefen und großflächige Überflutung im gesamten Bereich	> 1 m
Mühlwiesenstraße	Hohe Überflutungstiefen auf der Straße und an Gebäuden	> 0,5 m
Münchinger Straße	Sehr hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße, Gefahr der Mitführung von größeren Feststoffen	> 2 m/s
Stammheimer Straße	Hohe Fließgeschwindigkeiten auf der Straße	Bis zu 1,5 m/s
Wiesenweg nördlich Leudelsbach	Hohe Überflutungstiefen direkt an den Gebäuden	> 1 m

Klinger und Partner
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH

Friolzheimer Straße 3 • 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 693308-0 • Telefax: 0711 693308-99
E-Mail: info@klinger-partner.de
Internet: <http://www.klinger-partner.de>

Aufgestellt:
Kevin Knoche, M. Sc

Stuttgart, den 25.11.2022
TS-05110 köm/jb/kno-pri



Andreas Maier
Geschäftsführer

i. A.



Kevin Knoche
Projektleiter

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten
- 2 Kontrollquerschnitte

UNTERLAGENVERZEICHNIS

- 1 Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stand 2017 Leitfaden
- 2 Kanal++ Benutzerhandbuch Version 11, Tandler GmbH Benutzerhandbuch
- 3 Empfehlungen für die Übertragung von OAK-Werten, insbesondere bei neu errichteten Wohn- und Gewerbegebieten, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stand November 2019 Empfehlung
- 4 Vertiefte Sicherheitsüberprüfung Hochwasserrückhaltebecken Furt I und II sowie Hochwasserstudie zum Leudelsbach (Möglinger Abschnitt), Gemeinde Möglingen, KuP-Projektnummer AF-03705, 10.04.2019 Bericht
- 5 Allgemeiner Kanalisationsplan 2016, Erläuterungsbericht, KuP-Projektnummer ID-02913, 22.11.2019 Bericht
- 6 Gemeinde Möglingen, Kreis Ludwigsburg, Regenrückhaltebecken Eselspfad, Grundriss und Schnitt A-A, 09.10.1984
- 7 Gemeinde Möglingen, Kreis Ludwigsburg, Regenrückhaltebecken Furt I, Furt II, Binsach, Erläuterungen, 30.06.1989
- 8 Gemeinschaftsschule Möglingen, Freianlagen Übersicht – Ausführungsplanung, club L94 Landschaftsarchitekten GmbH, 12.08.2016
- 9 Dünnfilmabfluss, Wiki Tandler.com: <https://wiki.tandler.com/index.php?title=D%C3%BCnnfilmabfluss> zuletzt geprüft 22.07.2021 Website



Stadt Ludwigsburg

Ortsteil Pflugfelden

Kommunales Starkregenrisikomanagement

Erläuterungsbericht Teil 2
Risikoanalyse

Stand: 25.11.2022

Projekt-Nr. TS-05301

Digitale Fertigung

ZUSAMMENFASSUNG

Der 2. Teil des SRRM, der mit diesem Bericht vorliegt, ist die Risikoanalyse. Hierbei werden zunächst die Starkregengefahrenkarten (SRGK) detailliert analysiert und Gebiete und Bereiche betrachtet, die besonders entweder durch große Überflutungstiefen oder durch hohe Fließgeschwindigkeiten gefährdet sind. Anschließend wird das Risiko für diese Bereiche (als gering, mittel oder hoch) bewertet.

Des Weiteren fand die Bearbeitung der folgenden Arbeitsthemen nach Anhang 6 des Leitfadens statt (/1/):

- kritische Objekte mit öffentlichem Bezug
- Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit
- gefährdete Verkehrsinfrastruktur
- Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

Für die folgenden Objekte wurden Risikosteckbriefe erstellt:

- Grundschule Pflugfelden
- TV Pflugfelden
- Sporthalle Pflugfelden
- Schulcampus Römerhügel

Hierbei wurden die oben genannten Objekte mithilfe der verantwortlichen Personen vor Ort besichtigt und detailliert untersucht. Ebenfalls wurden für diese Objekte Maßnahmenvorschläge formuliert.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	2
Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	4
Anlagenverzeichnis.....	5
1 Einführung	6
2 Analyse der Starkregengefahrenkarten.....	6
2.1 Allgemeines.....	7
2.2 Am Wasserfall/Im Obstgarten – hohes Risiko	7
2.3 Eglosheimer Straße / Dorfstraße – hohes Risiko.....	7
2.4 Stammheimer Straße – hohes Risiko	8
2.5 Enzstraße – hohes Risiko	9
2.6 Kleines Feldle /TV Pflugfelden – hohes Risiko	10
2.7 HRB Riedbach – hohes Risiko.....	11
2.8 Schulcampus Römerhügel – hohes Risiko	11
3 Risikoanalyse	12
3.1 Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug	12
3.2 Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	15
3.3 Gefährdete Verkehrsinfrastruktur.....	17
3.3.1 Vorgehensweise.....	17
3.3.2 Gefährdete Straßen/Zufahrtswege	18
3.4 Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit	19
3.4.1 Vorgehensweise.....	19
3.4.2 Auswertung des Arbeitsthemas	20
3.4.2 a Erosion	20
3.4.2 b Altablagerungen	21
4 Risikoobjekte	22
4.1 Grundschule Pflugfelden – Steckbrief 1	22
4.2 TV-Pflugfelden – Steckbrief 2	23
4.3 Sporthalle Pflugfelden – Steckbrief 3.....	23
4.4 Schulcampus Römerhügel – Steckbrief 4.....	24
4.5 Maßnahmenvorschläge Risikoobjekte	25
Anlagenverzeichnis.....	27

Unterlagenverzeichnis	27
-----------------------------	----

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1	Auswahl Objekte mit sehr hoher Gefährdung.....	14
Tab. 2	Auswahl Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	16
Tab. 3	Gefährdete Verkehrsinfrastruktur	18
Tab. 4	Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit.....	21
Tab. 5	Altablagerungen.....	21
Tab. 6	Maßnahmenvorschläge Risikoobjekte	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1	Am Wasserfall/Im Obstgarten (Kartenhintergrund © LGL)	7
Abb. 2	Eglosheimer-/Dorfstraße (Kartenhintergrund © LGL)	8
Abb. 3	Stammheimer Straße (Kartenhintergrund © LGL)	8
Abb. 4	Überflutung Enzstraße (Kartenhintergrund © LGL)	9
Abb. 5	Kleines Feldle/TV Pflugfelden (Kartenhintergrund © LGL)	10
Abb. 6	Furtbachsenke/Autobahnausfahrt Ludwigsburg Süd (Kartenhintergrund © LGL)	11
Abb. 7	Kritische Objekte Pflugfelden nach /1/	12
Abb. 8	Bewertungsmatrix kritische Objekte (links), Darstellungsschema Starkregenisikokarten (rechts), nach /1/.....	13
Abb. 9	Gefährdete Verkehrsinfrastruktur (Kartenhintergrund © LGL)	17
Abb. 10	Potentiell isolierte Objekte bei Starkregen.....	18
Abb. 11	Bodenerosion innerhalb der Fließwege (nach /1/).....	19
Abb. 12	Auswertungsschema Eintragsrisiko von erodiertem Material (nach /1/)	20
Abb. 13	Tür Innenhof Grundschule	22
Abb. 14	Eingangstür TV Pflugfelden	23
Abb. 15	Tür Heizungsraum	24
Abb. 16	Eingangsbereich Malerwerkstätten	25



ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten
- 2 Tabellarische Auswertung Arbeitsthemen

1 EINFÜHRUNG

Der 2. Teil des SRRM ist die Risikoanalyse. Hierbei werden zunächst die SRGK detailliert analysiert und Gebiete und Bereiche betrachtet, die besonders entweder durch große Überflutungstiefen oder durch hohe Fließgeschwindigkeiten gefährdet sind. Anschließend wird das Risiko für diese Bereiche (als gering, mittel oder hoch) bewertet.

Des Weiteren fand die Bearbeitung der folgenden Arbeitsthemen nach Anhang 6 des Leitfadens statt (/1/):

- kritische Objekte mit öffentlichem Bezug
- Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit
- gefährdete Verkehrsinfrastruktur
- Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

Die Risikoermittlung für private Gebäude oder Objekte obliegt den jeweiligen Eigentümern. Die SRGK bieten hier die Grundlagen, auf denen jeder Bürger der Stadt das Risiko für sein Eigentum einschätzen kann. Dasselbe gilt auch für Gewerbebetriebe.

Für die folgenden Objekte wurden Risikosteckbriefe erstellt:

- Grundschule Pflugfelden
- TV Pflugfelden
- Sporthalle Pflugfelden
- Schulcampus Römerhügel

Hierbei wurden die genannten Objekte mithilfe der verantwortlichen Personen vor Ort besichtigt und detailliert untersucht. Ebenfalls wurden für diese Objekte Maßnahmenvorschläge formuliert. Da sich der Ortsteil Pflugfelden nicht an einem HGWK-Gewässer befindet wurden hier keine Auswertungen durchgeführt. Die Bearbeitung der Arbeitsthemen diente als Basis für eine detaillierte Risikoanalyse von einzelnen Objekten.

2 ANALYSE DER STARKREGENGEFAHRENKARTEN

Im vorliegenden Kapitel wird eine Detailanalyse der SRGK durchgeführt. Dabei wird auf Bereiche eingegangen, die besonders entweder durch große Überflutungstiefen, durch hohe Fließgeschwindigkeiten, durch Bodenerosion gefährdet sind oder für die ein Risiko erkennbar ist.

Die Analyse bezieht sich auf ein außergewöhnliches Regenereignis. Weisen Bereiche bei einem extremen oder seltenen Regenereignis große Unterschiede auf, wird dies noch einmal gesondert beschrieben. Ansonsten kann davon ausgegangen werden, dass es bei einem seltenen Regenereignis zu geringeren Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten kommt, bei einem extremen Regenereignis zu größeren bzw. höheren. Dabei ist zu betonen, dass das extreme Regenereignis in seiner Intensität deutlich höher ist, als das Seltene oder Außergewöhnliche. Außerdem kommt es verstärkt zu Abfluss aus Außengebieten, weil diese aufgrund der extremen Wassermengen weniger Wasser aufnehmen können.

Die folgenden Beschreibungen sind nur eine Auswahl besonders gefährdeter Bereiche und haben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Vollständig sind alle gefährdeten Bereiche auf den SRGK abzulesen.

2.1 Allgemeines

Das Einzugsgebiet im Süden von Pflugfelden besteht zum großen Teil aus Ackerflächen. Der nördliche Teil ist urban geprägt. Im Westen grenzt die A81 das Gebiet ab. Der Riedbach verläuft zentral durch das Einzugsgebiet am südlichen Rand entlang. Er ist dabei teilweise verdolt.

Im Fall eines Starkregenereignisses ist der Ortsteil Pflugfelden hauptsächlich im südlichen Bereich von Überflutungen betroffen.

Die nachfolgenden Abbildungen der einzelnen Bereiche zeigen jeweils einen Ausschnitt aus der Starkregenrisikokarte (SRRK) im Falle des außergewöhnlichen Ereignisses.

2.2 Am Wasserfall/Im Obstgarten – hohes Risiko

In der Straße Im Obstgarten verläuft ein maßgeblicher Fließweg aus dem Außengebiet. Dabei kommt es zu hohen Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1,5 m/s. Der Fließweg trifft teilweise direkt auf Wohngebäude. Generell besteht die Gefahr für Leib und Leben bei eingeschlossenen Personen in Kellerräume. Dies gilt ebenfalls für alle weiteren Gefährdungsbereiche, an denen es zu Überflutungen direkt an Gebäuden kommt. Personen sollten sich nicht in den Überflutungsflächen aufhalten.

In diesem Bereich herrscht im Starkregenfall ein **hohes** Risiko.



Abb. 1 Am Wasserfall/Im Obstgarten (Kartenhintergrund © LGL)

2.3 Eglosheimer Straße / Dorfstraße – hohes Risiko

Ein weiterer Bereich, der bei einem Starkregenereignis betroffen ist, ist die Eglosheimer Straße und die angrenzende Dorfstraße. Im Fall eines außergewöhnlichen Starkregenereignisses entstehen hier hohe Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1,5 m/s. Damit entsteht hier ein **hohes** Risiko. Personen können durch die Wassermassen in Gefahr geraten. Zudem können einzelne Schäden an Gebäuden entstehen, die sich direkt an der Straße befinden.

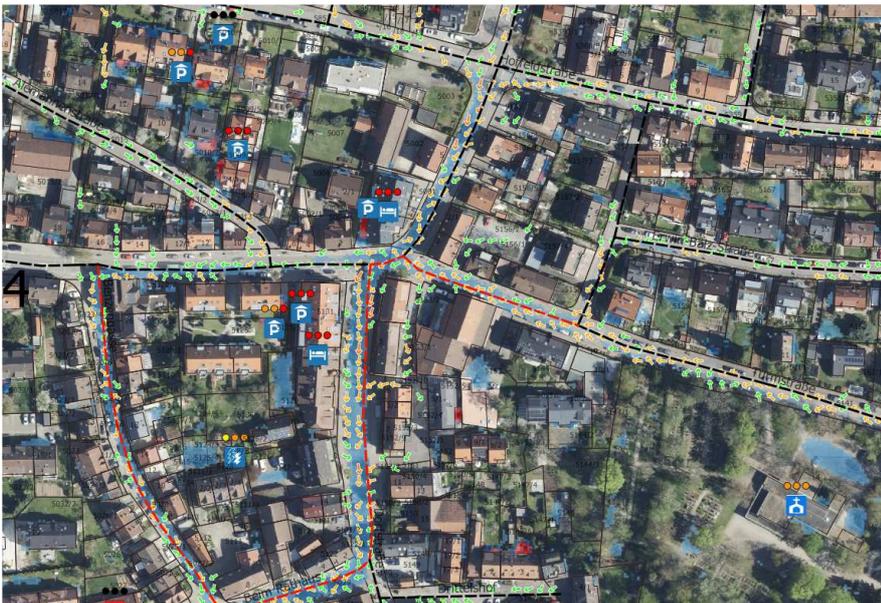


Abb. 2 Eglosheimer Straße/Dorfstraße (Kartenhintergrund © LGL)

2.4 Stammheimer Straße – hohes Risiko

Das Oberflächenwasser, welches sich in der Eglosheimer Straße und Dorfstraße sammelt, fließt weiter die Stammheimer Straße entlang. Hier sammeln sich zudem noch weitere Wassermengen aus den angrenzenden Straßen. Dabei entstehen insgesamt hohe Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1,5 m/s.

Im unteren Bereich der Stammheimer Straße fließt das Wasser mit dem Gefälle nach Westen in Richtung Enzstraße. Dabei fließt das Wasser direkt zwischen den Gebäuden hindurch und stellt somit eine Gefahr für Personen und Sachgüter dar. Die Überflutungen sind hier teilweise sehr hoch und betragen bis zu 1 m vor Tiefgarageneinfahrten. Das Risiko für diesen Bereich wird insgesamt als **hoch** eingestuft.

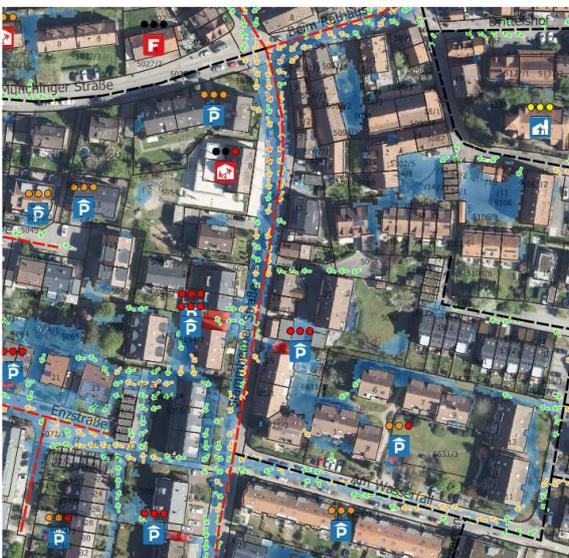


Abb. 3 Stammheimer Straße (Kartenhintergrund © LGL)

2.5 Enzstraße – hohes Risiko

Im südlichen Teil des Ortsteils Pflugfelden sammeln sich die Oberflächenabflüsse aus dem nördlich liegenden Bebauungsgebiet und den südlich liegenden Feldflächen. Die Überflutungstiefen betragen hier an den Gebäuden bis zu einem Meter (vor allem in Bereich der abgesenkten Tiefgarageneinfahrten). Es besteht die Gefahr des Wassereintritts in Gebäude über Türen, Kellerfenster oder Lichtschächte. Vom südlichen Außengebiet kann Bodenmaterial aus den Feldflächen abgetragen werden, das sich in diesem Bereich akkumuliert.

Für Personen, die sich während eines Starkregenereignisses in diesem Bereich aufhalten kann eine Gefahr für Leib und Leben bestehen. Insgesamt ist das Risiko als **hoch** einzustufen.

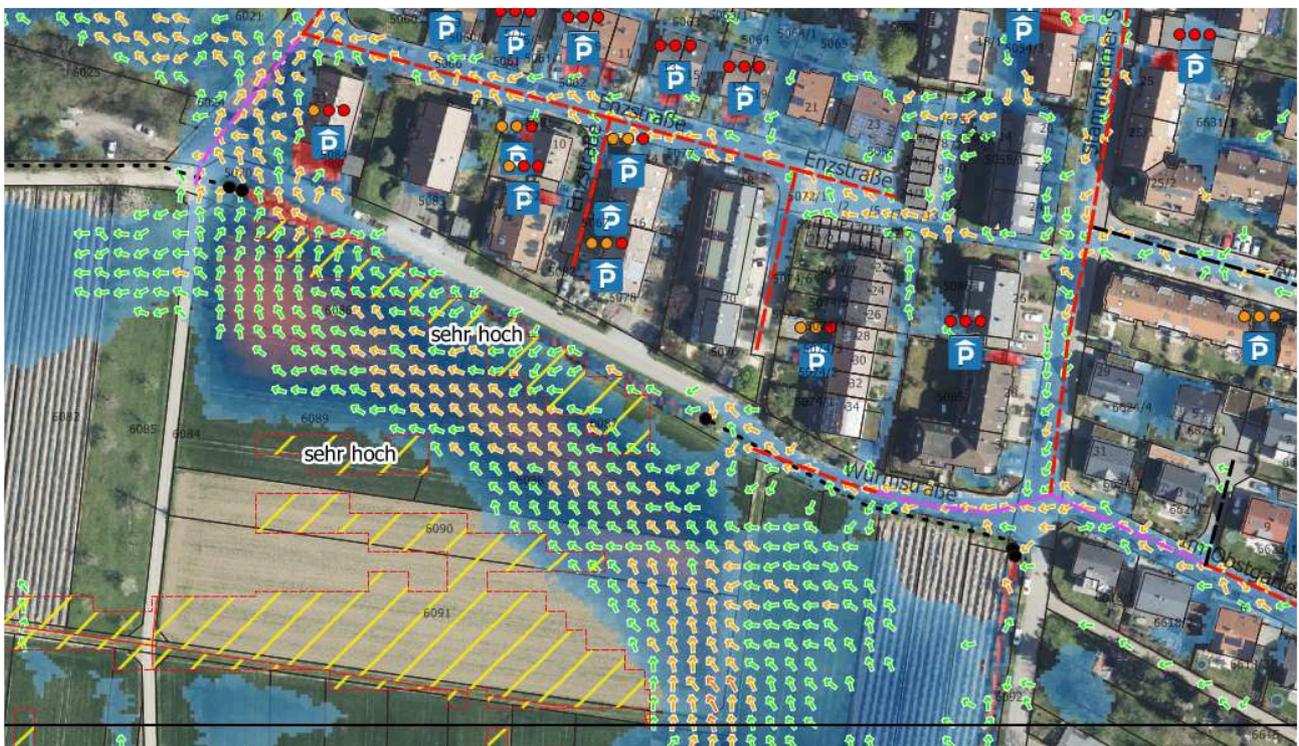


Abb. 4 Überflutung Enzstraße (Kartenhintergrund © LGL)

2.6 Kleines Feldle /TV Pflugfelden – hohes Risiko

Der Bereich Kleines Feldle/TV Pflugfelden ist bei Starkregen stark gefährdet. Vom südlichen EZG sowie von den nördlich gelegenen Straßen sammelt sich das Wasser in diesem Bereich. Die Dole in der Würmstraße kann die Wassermengen aus dem südlichen Außengebiet bei einem außergewöhnlichen Ereignis nicht aufnehmen. Wasser steht direkt an den Gebäuden sowie auch in hoher Tiefe auf der Straße und dem gesamten Sportgelände. Eine Durchfahrt ist hier bei einem außergewöhnlichen Ereignis voraussichtlich nicht mehr möglich. Für Personen, die sich in diesem Bereich bei Starkregen befinden kann eine Gefahr von Leib und Leben entstehen.

Es besteht insgesamt ein **hohes** Risiko in diesem Bereich.

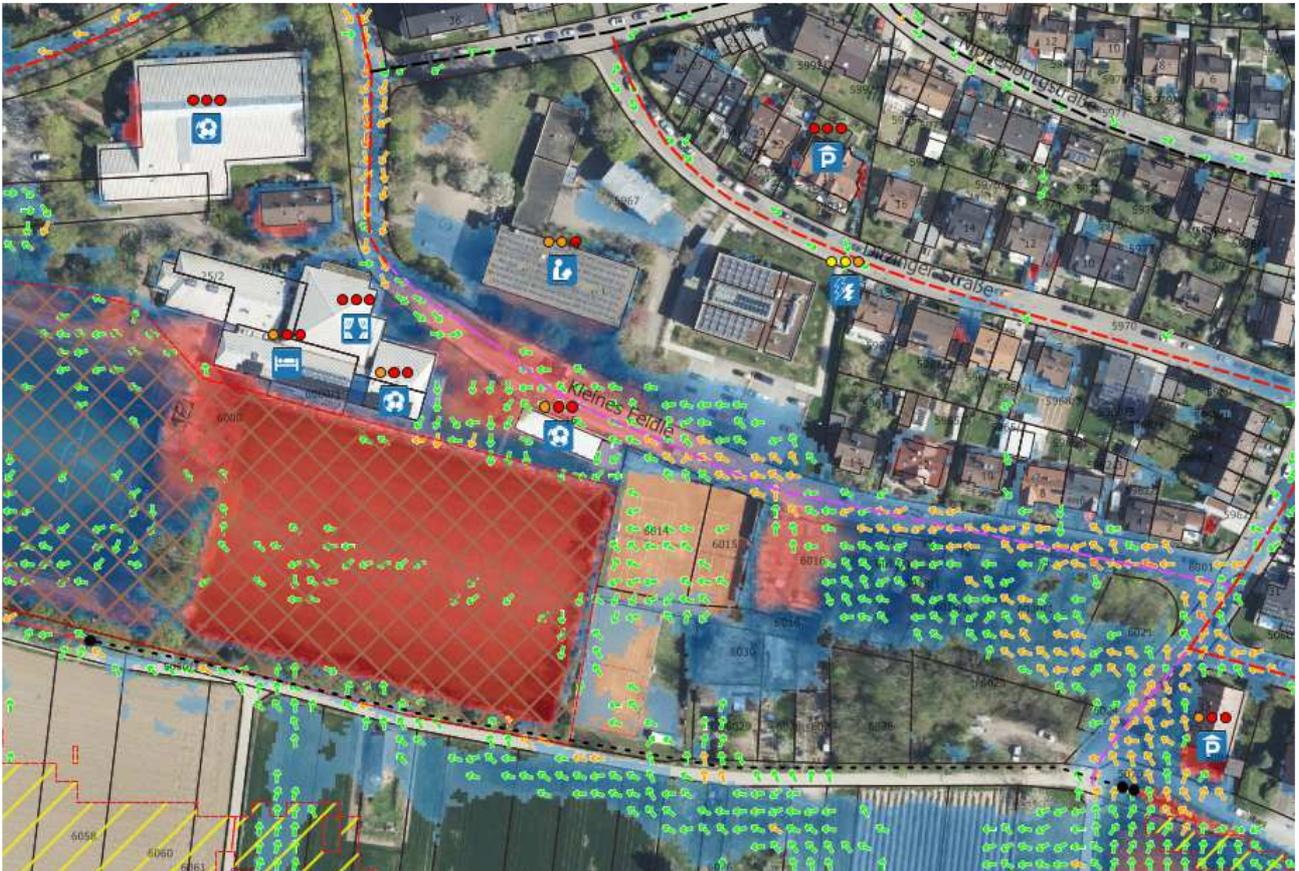


Abb. 5 Kleines Feldle/TV Pflugfelden (Kartenhintergrund © LGL)

2.7 HRB Riedbach – hohes Risiko

Das HRB Riedbach ist ein Rückhalteraum im Hochwasserfall. Auch bei einem Starkregenereignis werden die Bereiche mit Wassermassen überflutet. Einige Kleintierzüchter befinden sich in diesem Bereich. Für Personen und Tiere, die sich bei einem außergewöhnlichen Starkregenereignis hier aufhalten kann eine Gefahr für Leib und Leben entstehen, da die Flächen mit mehr als 1 m Tiefe überflutet werden. Es besteht das Risiko von hohen Sachschäden an den Vereinsgebäuden. Weiterhin ist es sehr wahrscheinlich, dass sich in diesem Bereich mitgeschwemmtes Material von den umliegenden Feldflächen ablagert.

Direkt anschließend verläuft die Ausfahrt Ludwigsburg Süd der A81. Bei einem Starkregenereignis wird die Fahrbahnfläche bis zu 75 cm überflutet. Die Verkehrssicherheit wird hierdurch erheblich beeinträchtigt.

Insgesamt besteht für diesen Bereich ein **hohes** Risiko.

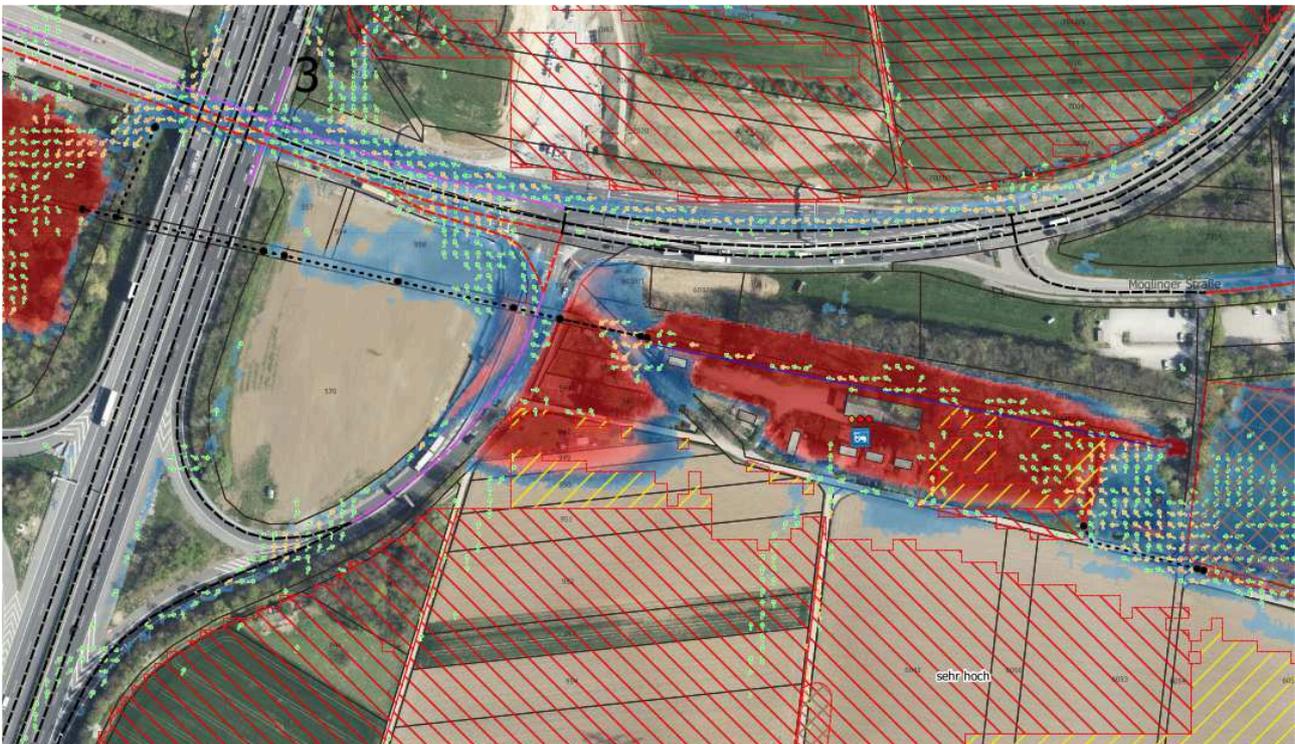


Abb. 6 Furtbachsenke/Autobahnausfahrt Ludwigsburg Süd (Kartenhintergrund © LGL)

2.8 Schulcampus Römerhügel – hohes Risiko

Der Schulcampus auf dem Römerhügel liegt östlich von Pflugfelden und ist bei einem Starkregenereignis von Überflutungen betroffen. Da dieser in einem Steckbrief genauer analysiert wird, wird an dieser Stelle auf eine Ausführung verzichtet.

3 RISIKOANALYSE

Dieses Kapitel betrachtet im Folgenden die einzelnen Arbeitsthemen der Risikoanalyse:

- kritische Objekte mit öffentlichem Bezug
- Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit
- gefährdete Verkehrsinfrastruktur
- Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

Grafisch ausgewertet und dokumentiert sind die Ergebnisse der Arbeitsthemen der Risikoanalyse auf den SRRK.

Da sich der Ortsteil Pflugfelden nicht an einem HGWK-Gewässer befindet wurden hier keine Auswertungen in Bezug auf Flusshochwasser durchgeführt.

3.1 Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug

Das Arbeitsthema „kritische Objekte mit öffentlichem Bezug“ bezieht sich auf Objekte, die bei einem Starkregenereignis von größerem öffentlichem Interesse sind. Dies sind nicht zwangsläufig nur Objekte, die in öffentlicher Hand sind, sondern auch Objekte, in denen sich bei einem Starkregenereignis viele Menschen aufhalten können (Gaststätten, Vereinshallen, Kirchen etc.) oder sich besonders vulnerable Personengruppen befinden (Kindergärten, Seniorenheime etc.). Die nachfolgende Abbildung zeigt die im Ortsteil Pflugfelden relevanten Objekte.



Abb. 7 Kritische Objekte Pflugfelden nach /1/

Die kritischen Objekte wurden auf den SRRK eingezeichnet, und es erfolgte eine Auswertung für die drei berechneten Regenereignisse „selten“, „außergewöhnlich“ und „extrem“. Dabei wurden die Objekte nach der folgenden Matrix für jedes Regenereignis bewertet und entsprechend gekennzeichnet.

Überflutungstiefe	Fließgeschwindigkeit			
	<0,2 m/s	0,2 – 0,5 m/s	0,5 – 2 m/s	> 2 m/s
5 – 10 cm	mäßig	mäßig	hoch	sehr hoch
10 – 50 cm	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
50 – 100 cm	hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
> 100 cm	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

Bewertung der Gefährdung

Gefährdung

- nicht gefährdet
- mäßig
- hoch
- sehr hoch



Abb. 8 Bewertungsmatrix kritische Objekte (links), Darstellungsschema Starkregenrisikokarten (rechts), nach /1/

Die Auswertung erfolgte im 1 m Puffer um die entsprechenden Gebäude für die Maximalwerte der verschiedenen Ereignisse mittels einer Zonenstatistik. Standardmäßig sollen für alle Objekte bei denen eine sehr hohe Gefährdung bei einem außergewöhnlichen Ereignis vorliegt ein Risikosteckbrief erstellt werden. In Pflugfelden befindet sich eine große Anzahl an privaten Tiefgaragen, bei denen es schon bei einem seltenen Ereignis zu einer sehr hohen Gefährdung kommt. Nach Abstimmung mit dem Auftraggeber (AG) werden die Objekte in Tab. 1 in Risikosteckbriefen ausgewertet und in Kapitel 4 näher betrachtet. Die Risikobewertung privater Objekte obliegt den jeweiligen Eigentümern. Diejenigen Eigentümer sehr stark gefährdeter Objekte sollten vom AG auf die Gefährdungslage hingewiesen werden.

Die Gesamtauswertung aller Objekte befindet sich in Anlage 2 zu diesem Bericht. Ebenfalls befinden sich die Auswertungen in GIS-kompatiblen Formaten in den digitalen Ergebnissen in Anlage 1.

Tab. 1 Auswahl Objekte mit sehr hoher Gefährdung

Objekt	Adresse	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		UT [m]	FG [m/s]	Gefährdung	UT [m]	FG [m/s]	Gefährdung	UT [m]	FG [m/s]	Gefährdung
Vereinsheim TV Pflugfelden Kleines Feldle 15	Kleines Feldle 15	0,37	0,24	hoch	0,56	0,5	sehr hoch	1,26	1,06	sehr hoch
Sporthalle TV Pflugfelden	Kleines Feldle 19	0,18	0,32	hoch	0,37	0,52	sehr hoch	1,07	0,87	sehr hoch
Vereinsheim TV Pflugfelden	Kleines Feldle 25	0,28	0,61	sehr hoch	0,48	0,67	sehr hoch	1,18	1,06	sehr hoch
Vereinsgaststätte TV Pflugfelden	Kleines Feldle 25	0,62	0,07	hoch	0,76	0,25	sehr hoch	1,56	0,9	sehr hoch
Sporthalle Pflugfelden	Kleines Feldle 31	0,52	0,2	sehr hoch	0,72	0,26	sehr hoch	3,18	1,13	sehr hoch
Sporthalle am Römerhügel	Römerhügelweg 51	2,78	0,97	sehr hoch	3,41	1,12	sehr hoch	3,85	1,19	sehr hoch
Schulcampus am Römerhügel	Römerhügelweg 53	1,04	0,65	sehr hoch	1,18	0,73	sehr hoch	1,4	0,91	sehr hoch
Grundschule Pflugfelden	Ditzinger Straße 19	0,39	0,17	hoch	0,42	0,26	hoch	1,12	0,72	sehr hoch
AWO Kinderhaus Krachmacherstraße	Schultheiß-Köhle-Straße 5	0,6	0,05	hoch	0,82	0,1	hoch	1,4	0,13	sehr hoch
Umspannwerk Wöhlerstraße 6	Wöhlerstraße 6	0,02	0,03	nicht betroffen	0,03	0,03	nicht betroffen	0,12	0,28	hoch

3.2 Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit

Das Arbeitsthema „Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit“ betrachtet Objekte, von denen bei einem Starkregenereignis eine zusätzliche Gefahr ausgehen kann.

Generell sind dies zum einen Objekte, in denen wassergefährdende Stoffe lagern. Dies können landwirtschaftliche Betriebe oder Privatgebäude mit Benzin- oder Heizöllagerung sein. Letztere werden aus Gründen des Datenschutzes nicht auf den SRGK dargestellt.

Zum anderen sind dies Objekte, die bei einem Ausfall zu einer Gefährdung der Allgemeinheit führen:

- Stromversorgung (Umformer, Energieversorger etc.)
- Abwasserentsorgung
- Wasserversorgung

Im Ortsteil Pflugfelden sind die in Tab. 2 genannten Objekte bei einem außergewöhnlichen Regenereignis sehr stark gefährdet. Risikosteckbriefe wurden für diese Objekte nicht erstellt. Generell bietet es sich bei diesen Objekten an, Kontakt mit den jeweiligen Betreibern aufzunehmen, um zu prüfen, ob diese Objekte bei Starkregen entsprechend geschützt sind und ob die Lagerung von Gefahrstoffen durch einen Wassereintritt gefährdet werden können. Vor allem bei Umformern sollte die Sockelhöhe im Vergleich zum Wasserstand bei einem außergewöhnlichen Regenereignis untersucht werden.

Die Gesamtauswertung aller Objekte befindet sich in Anlage 2 zu diesem Bericht. Ebenfalls befinden sich die Auswertungen in GIS-kompatiblen Formaten in den digitalen Ergebnissen in Anlage 1.

Tab. 2 Auswahl Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit

Objekt	Stoffname	Volumen [m ³]	Gefährdung		
			selten	außergewöhnlich	extrem
Mörikestr. 155	Dieselmotorenöl	40	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Mörikestr. 155	Heizöl	47	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Mörikestr. 155	Heizöl	43	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Mörikestr. 155	-	30	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Mörikestr. 155	Ottomotorenöl	20	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Römerhügelweg 53	Heizöl	100	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Strohgäustr. 36	Heizöl	16	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Wöhlerstr. 9	Heizöl	64	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Wöhlerstr. 9	Heizöl	104	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Ditzinger Str. 12	Heizöl	10	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Karlsruher Allee 1	Heizöl	10	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Karlsruher Allee 1	Altöl (Motorenöl)	6	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

3.3 Gefährdete Verkehrsinfrastruktur

3.3.1 Vorgehensweise

Das Arbeitsthema „gefährdete Verkehrsinfrastruktur“ betrachtet die folgenden Leitfragen:

- Sind kritische Objekte noch erreichbar?
- Welche Objekte können isoliert werden?
- Welche Verkehrsinfrastruktur darf nicht ausfallen?
- Welche Zufahrtswege bestehen für die Einsatzkräfte?

Das Arbeitsthema dient vor allem den Einsatzkräften als Hilfestellung für die Vorbereitung im Ernstfall. Eine Übernahme der Ergebnisse dieses Arbeitsthemas in die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung wird als sehr sinnvoll angesehen.

Zur besseren Einschätzung gefährdeter Verkehrsinfrastruktur werden die Straßenflächen bei einem außergewöhnlichen Regenereignis ausgewertet und auf der SRGK dargestellt. Dabei werden standardmäßig nach Leitfaden alle Straßen gefärbt, deren Überflutungstiefe bei einem außergewöhnlichen Regenereignis mehr als 10 cm beträgt. Weiterhin ist eine Färbung ab einer Überflutungstiefe von 25 cm in den Karten verzeichnet.



Abb. 9 Gefährdete Verkehrsinfrastruktur (Kartenhintergrund © LGL)

Des Weiteren wird in diesem Arbeitsthema untersucht, ob besonders vulnerable Objekte bei Starkregen isoliert werden. Dies bezieht sich auf die folgenden Objekte:



Abb. 10 Potentiell isolierte Objekte bei Starkregen

Im Ortsteil Pflugfelden sind keiner der in der obigen Abbildung dargestellten Objekte bei Starkregen isoliert.

3.3.2 Gefährdete Straßen/Zufahrtswege

Die folgenden Straßen werden bei Starkregen in Bezug auf Erreichbarkeit und Verkehrssicherheit als kritisch angesehen:

Tab. 3 Gefährdete Verkehrsinfrastruktur

Straßenname und/oder isoliertes kritisches Objekt	betroffener Abschnitt	alternative Anfahrtswege	Evakuierung/Räumung notwendig?
Straße Kleines Feldle	Kreuzung Herrschaftsweg bis Möglinger Straße	-	Nein, vertikal möglich
Enzstraße	Gesamte Straße	Sackgasse	Nein, vertikal möglich
Stammheimer Straße	Bis Kreuzung Würmstraße	Dorfstraße, wenn beim Rathaus befahrbar (UT bis 20 cm)	Nein, vertikal möglich
Eglosheimer Straße/Dorfstraße	Kreuzung Hoffelderstraße bis Beim Rathaus	Umliegende Straßen	Nein, vertikal möglich
Autobahnauffahrt A81, L1140	Auffahrt/Abfahrt Richtung Heilbronn bis Becken Furt II	-	-

3.4 Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

3.4.1 Vorgehensweise

Bei der Erstellung der SRGK werden keine Erosionsprozesse modelliert. Erosionsprozesse oder mitgeführtes Material können jedoch bei Starkregen zu einem erheblich erhöhten Gefährdungspotenzial führen. Das Arbeitsthema „Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit“ umfasst aus diesem Grund die folgenden Themen:

- Abbruchgebiete (in Pflugfelden nicht vorhanden)
- Hangrutschungsgebiete (in Pflugfelden nicht vorhanden)
- Erosionsgefahr
- Materialablagerungen auf Hauptfließwegen
- Altablagerungen

Die Daten für Hangrutschungs- und Abbruchgebiete wurden für das SRRM vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) zur Verfügung gestellt. Die Auswertung hat ergeben, dass sich in Pflugfelden keine solchen Gebiete befinden.

Die Daten zur Bewertung der Erosionsgefahr wurden ebenfalls vom LGRB bereitgestellt und mithilfe der Ergebnisse der SRGK ausgewertet. Dabei wurde danach unterschieden, ob sich auf einer Fläche ein maßgeblicher Fließweg befindet oder nicht. Diejenigen Flächen, auf denen sich Fließwege befinden, wurden je nach Landnutzungstyp anhand der maximalen Fließgeschwindigkeiten bei einem außergewöhnlichen Regenereignis bewertet und textlich auf den SRGK verortet. Die Auswertung erfolgt auf einem Schema des Leitfadens, das in nachfolgender Abbildung gezeigt ist.

Fließgeschwindigkeit innerhalb der Fließwege	Landnutzung innerhalb der Fließwege	
	Acker und Rebland	Grünland und Wald
<0,2 m/s	mittel	Gering
0,2 – 0,5 m/s	hoch	Gering
0,5 – 2 m/s	sehr hoch	Mittel
>2 m/s	äußerst hoch	Hoch

Abb. 11 Bodenerosion innerhalb der Fließwege (nach /1/)

Des Weiteren wurden alle erosionsgefährdeten Flächen, die zu einem Fließweg hinführen, in Bezug auf das Risiko des Eintrags erodierten Materials bewertet. Ein mittleres (gelbe Schraffur) sowie ein hohes Eintragsrisiko (rote Schraffur) werden auf den SRGK dargestellt. Die Auswertung erfolgte nach dem folgenden Schema des Leitfadens. Ein geringes Risiko wird nicht dargestellt.

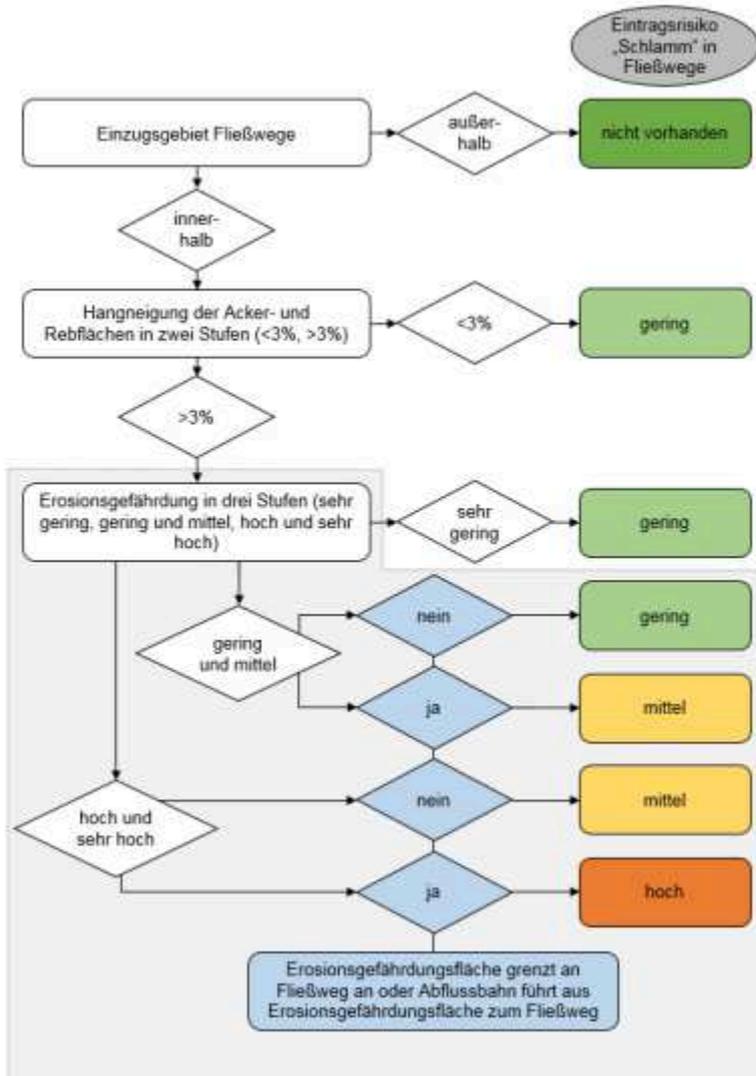


Abb. 12 Auswertungsschema Eintragsrisiko von erodiertem Material (nach /1/)

Altablagerungen wurden auf Hauptfließwegen in Bezug auf Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten ausgewertet. Eine Beurteilung findet im Rahmen des SRRM nicht statt. Zur Bearbeitung und Einschätzung wurden die Ergebnisse von der unteren Wasserbehörde an die untere Bodenschutz- und Altlastenbehörde weitergeleitet.

3.4.2 Auswertung des Arbeitsthemas

3.4.2 a Erosion

In Pflugfelden ist das südliche Einzugsgebiet kritisch in Bezug auf Erosion zu sehen. Hier befinden sich überwiegend Feldflächen, von denen im Starkregenfall erodiertes Material abgeschwemmt werden kann. Die Auswertung der Daten des LGRB in Kombination mit den Ergebnissen der Starkregenergebnisse ergeben ein teilweise sehr hohes Risiko des Eintrags von erodiertem Material in den Hauptfließweg des südlichen Außengebiets. Abgeschwemmter Boden kann sich vor allem im

Bereich der Straße Kleines Felde und des TV-Pflugfeldes ablagern und dort zu erheblichem Schaden führen. Auf eine angepasste Bewirtschaftung in Bezug auf Starkregen ist hier zu achten. Dies wird noch einmal genauer im dritten Teil des Starkregenerisikomanagements (Handlungskonzept) thematisiert. Weiterhin zu nennen ist der Bereich oberhalb der L1140 im Bereich der Auffahrt zur A81. Hier ist ebenfalls mit Bodenerosion bei Starkregen zu rechnen. Abgeschwemmtes Material kann sich hier im Straßenraum akkumulieren und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen.

Generell sind Lagerungen innerhalb oder am Rande des Hauptfließwegs aus dem südlichen Außengebiet zu vermeiden. Die ansässigen Landwirte sind hierauf hinzuweisen. Dies kann beispielsweise im Rahmen von Ackerrundfahrten geschehen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Einschätzung der einzelnen Erosionsflächen gemittelt (gewichtet über die Flächengrößen) über die 3 relevanten Einzugsgebiete zusammengefasst:

Tab. 4 Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

Bereich	Bewertung der Gefährdung der Allgemeinheit im Mittel		
	selten	außergewöhnlich	extrem
Südliches Außengebiet	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Bereich nördlich L1140	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch

3.4.2 b Altablagerungen

In folgender Tabelle sind die Altablagerungen dargestellt, die sich an oder in einem Hauptfließweg des Einzugsgebiets befinden:

Tab. 5 Altablagerungen

	Sportplatz Pflugfelden (Hausmüllablagerung)	Hohlweg Asperger Weg (Müllkippe)
Lage (RW, HW)	508374, 5414224	510969 ,5414403
Mittlere Hangneigung	3,64 %	4,9 %
Maximale Hangneigung im Umfeld von 500 m um die Altablagerung	286 %	286 %
UT[m] selten	0,93	0,08
UT[m] außergewöhnlich	1,14	0,1
UT[m] extrem	3,64	0,16
FG[m/s] selten	0,84	0,71
FG[m/s] außergewöhnlich	1,35	1,22
FG[m/s] extrem	1,63	2,15
Verdolungen im Umfeld um die Altablagerung	81180480000, 81180480005	81180480005
Kritische Objekte unterhalb der Altablagerung in Fließrichtung des nächstgelegenen Hauptabflusses	Kleintierzüchter	Kleintierzüchter

4 RISIKOOBJEKTE

Die vorherigen Kapitel lieferten die Grundlagen für die Risikoobjekte, die in einem Risikosteckbrief genauer ausgewertet wurden und nachfolgend noch einmal beschrieben werden. Am Ende dieses Kapitels werden die Maßnahmenvorschläge für die Risikoobjekte, die sich auf das Schutzziel bei einem außergewöhnlichen Regenereignis beziehen, noch einmal zusammengefasst.

Das AWO Kinderhaus wurde vor Ort besichtigt. Es wurde kein erhöhtes Risiko in Bezug auf Starkregen festgestellt. Aus diesem Grunde wurde auf eine Auswertung mittels eines Steckbriefs verzichtet.

Dem Betreiber des Umspannwerks in der Wöhlerstraße wurden die Daten des extremen Regenereignisses zur Verfügung gestellt. Die Auswertung seitens des Betreibers ergab, dass sich hier selbst beim extremen Ereignis kein erhöhtes Risiko für das Umspannwerk ergibt.

4.1 Grundschule Pflugfelden – Steckbrief 1

Die Grundschule Pflugfelden befindet sich angrenzend zum Gefährdungsbereich am TV-Pflugfelden. Das Wasser kann sich hier bei einem Starkregenereignis potentiell bis zur Grundschule aufstauen. Die Fensterfront auf der Südseite des Gebäudes ist jedoch soweit erhöht, dass das Wasser nicht in das Gebäude eindringen kann.

Auf der hofseitigen Tür auf der Westseite kam es in der Vergangenheit schon öfters zu Wassereintritt in die Grundschule. Der im Untergeschoss liegende Heizungsraum war jedoch bislang kaum betroffen. Die Starkregengefahrenkarte zeigt in diesem Bereich ebenfalls einen Wasseraufstau direkt am Gebäude. Baulich wurde der Innenhof um eine Rinne ergänzt. Weitere Maßnahmen befinden sich zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie bereits in der Umsetzung. Hier ist auf die Problematik bzgl. einer Rückstausicherung hinzuweisen (bei geschlossener Klappe kann das Wasser nicht abfließen und sich auf dem Hof aufstauen). Nichtsdestotrotz bietet sich ein temporärer Hochwasserschutz an der Tür an (z. B. Sandsäcke), da die neu erstellten Entwässerungseinrichtungen voraussichtlich nicht die Wassermengen eines außergewöhnlichen Ereignisses ableiten können.



Abb. 13 Tür Innenhof Grundschule

4.2 TV-Pflugfelden – Steckbrief 2

Alle Gebäude des TV-Pflugfelden sind stark gefährdet. Vor allem durch die Eingangstür, die Tür zum Vereinsraum und die Hintertür an der Kegelbahn kann Wasser potentiell in das Hauptgebäude eindringen. Bei letzterer wurde dies in der Vergangenheit bereits beobachtet. Größere Schäden sind dabei nicht entstanden, allerdings ist der Parkettboden des Vereinsheims potentiell gefährdet. Die Türen des Restaurants auf Seiten der Sportplatzes sind erst verzögert betroffen, da der Sportplatz wie in Rückhalteraum wirkt. Das Gebäude ist nicht unterkellert, deswegen entfällt die Notwendigkeit einer Rückstausicherung. Lichtschächte sind demnach auch nicht vorhanden.

Als Maßnahmen bieten sich hier die Nachrüstung der Türen auf der Nordseite auf Hochwassersicherheit an. Die Eingangstüren auf Seite des Sportplatzes können beispielsweise durch Sandsäcke geschützt werden. Hier kann gut beobachtet werden, ab wann ein Wassereintritt über den Sportplatz erfolgt und es ist noch ausreichend Zeit zum Setzen der Sandsäcke.



Abb. 14 Eingangstür TV Pflugfelden

Das Nebengebäude ist bei Starkregen komplett von Wasser umschlossen. Dieses besitzt zwar erhöhte Eingänge (rd. 20 cm), allerdings kann dies bei einem außergewöhnlichen Ereignis einen Wassereintritt nicht verhindern. Die Türen könnten bei Starkregen durch Dammbalken gesichert werden. Allerdings besteht laut Aussage der Stadt bei Wassereintritt nur ein geringer Schaden.

4.3 Sporthalle Pflugfelden – Steckbrief 3

Die Sporthalle Pflugfelden ist lediglich auf der Rückseite der Halle am tiefergelegten Abgang zum Heizungsraum gefährdet. Dort steht am Ende der Simulation des außergewöhnlichen Ereignisses eine Wassermenge von rd. 45 m³. Die Heizungsgeräte sind zwar aufgesockelt und es befindet sich eine Sumpfpumpe im Gebäude. Allerdings kann diese wahrscheinlich nicht die Wassermengen beim außergewöhnlichen Ereignis sofort abpumpen. Eine Schädigung der Heizung und des Technikraums ist demnach bei größerem Wassereintritt wahrscheinlich. Aus diesem Grund bietet es sich an, die Tür zum Heizungsraum abzudichten, sodass hier Wasser nicht so schnell eintreten kann. Weitere Maßnahmen sind nicht notwendig.



Abb. 15 Tür Heizungsraum

4.4 Schulcampus Römerhügel – Steckbrief 4

Der Schulcampus auf dem Römerhügel befindet sich zwar auf einem Hochpunkt, das lokal anfallende Niederschlagswasser kann jedoch zu einer Gefährdungslage an verschiedenen Punkten am Hauptgebäude führen. Schäden durch Oberflächenabfluss aus der Vergangenheit sind nicht bekannt, allerdings kam es bereits an undichten Stellen an den Dächern zu Wassereintritt in die Gebäude.

Als besonders gefährdet wird der Eingangsbereich zur Malerwerkstatt (aufgrund der Dachneigung zum Tiefpunkt) und die Tür zum Heizungsraum gesehen. Hier ist eine Nachrüstung oder Abdichtung der Türen sinnvoll. Die Heizungsgeräte stehen auf einem Sockel und haben bzgl. einer Überflutung einen gewissen Puffer. Ein weiterer Schwachpunkt befindet sich an der Tür zur Aula. Hier wäre ein temporärer HW-Schutz (z. B. Sandsacklagerung) zu überdenken. Bei den weiteren Eingangstüren herrscht ein geringeres Risiko.

Der Öltank auf dem Gelände befindet sich erhöht. Ein Risiko wird hier nicht gesehen.

Die abgesenkte Einfahrt auf der Südseite der Sporthalle ist potentiell stark gefährdet, hier befinden sich lediglich alte Sportgeräte, sodass das Risiko hier als gering angesehen wird. Maßnahmen müssen hier demnach nicht umgesetzt werden.



Abb. 16 Eingangsbereich Malerwerkstätten

4.5 Maßnahmenvorschläge Risikoobjekte

Die nachfolgende Tabelle fasst die Maßnahmenvorschläge mit einer Priorisierung zusammen:

Tab. 6 Maßnahmenvorschläge Risikoobjekte

Objekt	Handlungsbedarf	Maßnahmenvorschläge
Grundschule Pflugfelden	mittelfristig	Sandsacklagerung Tür Hofseite
TV-Pflugfelden	kurzfristig	Nachrüstung der Türen auf der Nordseite auf Hochwassersicherheit oder Abdichtung Sandsacklagerung Türen Sportplatz
Sporthalle Pflugfelden	mittelfristig	Nachrüstung der Tür auf Hochwassersicherheit oder Abdichtung
Schulcampus Römerhügel	mittelfristig	Nachrüstung der Türen an der Malerwerkstatt und am Heizungsraum auf Hochwassersicherheit/Abdichtung Temporärer HW-Schutz Tür Aula (z. B. Sandsacklagerung)

Klinger und Partner
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH

Friolzheimer Straße 3 • 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 693308-0 • Telefax: 0711 693308-99
E-Mail: info@klinger-partner.de
Internet: <http://www.klinger-partner.de>

Aufgestellt:
Kevin Knoche, M. Sc.

Stuttgart, den 25.11.2022
TS-05301 köm/kno



Andreas Maier
Geschäftsführer

i. A.



Kevin Knoche
Projektleiter



ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten
- 2 Tabellarische Auswertung Arbeitsthemen

UNTERLAGENVERZEICHNIS

- 1 Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-
Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Natur-
schutz Baden-Württemberg Stand 2017 Leitfaden



Stadt Ludwigsburg

Kommunales Starkregenrisikomanagement Ortsteil Pflugfelden

Erläuterungsbericht Teil 3
Handlungskonzept

Stand: 25.11.2022

Projekt-Nr. TS-05301

Digitale Fertigung



ZUSAMMENFASSUNG

Der dritte Teil des SRRM umfasst das Handlungskonzept. Dieses beinhaltet die Informationsvorsorge, die kommunale Flächenvorsorge, das Krisenmanagement sowie die Konzeption baulicher Maßnahmen. Das Handlungskonzept gibt Empfehlungen, wie die Gefahr von Starkregen verringert und überflutungsbedingte Schäden im Ortsteil Pflugfelden abgemildert werden können. Es werden allgemeine Maßnahmen aufgezeigt, die sich auf das gesamte Stadtgebiet beziehen, sowie punktuelle Baumaßnahmen, die entweder Wasser im Innenbereich zurückhalten können oder verhindern, dass Oberflächenwasser aus dem Außenbereich in Siedlungsbereiche gelangt.

Des Weiteren enthält das Handlungskonzept eine Messnetzkonzeption, in der verschiedene Standorte von potentiellen Niederschlags- und Pegelmessstellen untersucht werden.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	2
Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	4
Anlagenverzeichnis.....	5
1 Einführung	6
2 Informationsvorsorge	6
3 Kommunale Flächenvorsorge	8
3.1 Starkregengefahr im Flächennutzungsplan	8
3.2 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100	8
3.3 Freihaltung der Abflusswege, Landwirtschaftliche/Forstwirtschaftliche Maßnahmen	9
4 Krisenmanagement.....	9
4.1 Installation eines Warnsystems.....	9
4.1.1 Hochwasseralarm und Einsatzplanung.....	10
5 Konzeption baulicher Maßnahmen.....	11
5.1 Maßnahmen im Innenbereich (MK, MS, MF)	11
5.1.1 Innenbereich – Straße als Notwasserweg/Retentionsraum.....	12
5.1.2 Innenbereich – Erhöhung Einlauf Kanalnetz.....	12
5.1.3 Zusammenfassung Maßnahmen Innenbereich	14
5.2 Maßnahmen im Außenbereich (MA)	14
5.3 Zusammenfassung der baulichen Maßnahmen.....	16
6 Messnetzkonzeption	17
6.1 Wasserstandspegel.....	17
6.2 Niederschlagsmessstationen	18
Anhang mit Verzeichnis	20
Anlagenverzeichnis.....	26
Unterlagenverzeichnis	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1	Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit.....	6
Tab. 2	Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe.....	7
Tab. 3	Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft.....	8
Tab. 4	Maßnahmen im Innenbereich mit Potential (gering, mittel, hoch).....	14
Tab. 5	Bauliche Maßnahmen im Außenbereich mit Potential (gering, mittel, hoch).....	15
Tab. 6	Volumenabschätzung Maßnahmen.....	16
Tab. 7	Potentielle Wasserstandspegel.....	17
Tab. 8	Potentielle Niederschlagsmessstationen.....	18
Tab. 9	Maßnahmenbeschreibung Außengebiet Würmstraße mit Potential (gering, mittel, hoch)	21
Tab. 10	Maßnahmenbeschreibung Außengebiet am Wasserfall mit Potential (gering, mittel, hoch)	22
Tab. 11	Maßnahmenbeschreibung Furtbachsenke mit Potential (gering, mittel, hoch)	23
Tab. 12	Maßnahmenbeschreibung Stammheimer Straße mit Potential (gering, mittel, hoch) ..	24
Tab. 13	Maßnahmenbeschreibung HRB Südliches Außengebiet mit Potential (gering, mittel, hoch)	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1	Starkregenwarnsystem der Spekter GmbH.....	10
Abb. 2	V-Profil der Straße mit Mittelrinne (nach /6/)	12
Abb. 3	Blick in die Egolzheimer Str. (links), Pultaufsatz Meidrain® 2.0 (rechts).....	13
Abb. 4	Entwässerungsrinne Filderstadt.....	13
Abb. 5	Hinweise zur Bemessung baulicher Maßnahmen nach (/9/).....	15
Abb. 6	Pegelmessstelle Nebengewässer Heidelberg (Bildquelle: /12/).....	17
Abb. 7	Außengebiet Würmstraße, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung	21
Abb. 8	Außengebiet am Wasserfall, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung	22



- Abb. 9 Furtbachsenke, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung 23
- Abb. 10 Stammheimer Straße, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung..... 24
- Abb. 11 Südliches Außengebiet, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung..... 25

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten

1 EINFÜHRUNG

Der dritte Teil des SRRM umfasst das Handlungskonzept. Dieses beinhaltet die Informationsvorsorge, die kommunale Flächenvorsorge, das Krisenmanagement sowie die Konzeption baulicher Maßnahmen. Das Handlungskonzept gibt Empfehlungen, wie die Gefahr von Starkregen verringert und überflutungsbedingte Schäden im Ortsteil Pflugfelden abgemildert werden können. Es werden allgemeine Maßnahmen aufgezeigt, die sich auf das gesamte Stadtgebiet beziehen, sowie punktuelle Baumaßnahmen, die entweder Wasser im Innenbereich zurückhalten können oder verhindern, dass Oberflächenwasser aus dem Außenbereich in Siedlungsbereiche gelangt.

Das Handlungskonzept gliedert sich in die Punkte Informationsvorsorge, Flächenvorsorge, Krisenmanagement und die Konzeption baulicher Maßnahmen. Überdies behandelt das Handlungskonzept eine Messnetzkonzeption.

2 INFORMATIONSVORSORGE

Für die Starkregenvorsorge ist die Sensibilisierung von Betroffenen einer der wichtigsten Schritte. Kommunal gibt es drei verschiedene Zielgruppen: Bürger und Öffentlichkeit, Wirtschaft und Gewerbe sowie die Land- und Forstwirtschaft. Diese Zielgruppen müssen über die Risiken und Gefahren von Starkregenereignissen informiert werden, damit sie geeignete Vorsorgemaßnahmen treffen können.

Nachfolgend finden sich drei Tabellen mit jeweiligen Handlungsempfehlungen für die einzelnen Zielgruppen und einer kurzen Beschreibung. Eine Veröffentlichung der SRGK ist die Grundlage für diese Empfehlungen.

Tab. 1 Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit

Handlungsempfehlung	Beschreibung
Bürgerinformation	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von Infoveranstaltungen mit Auslage von Infobroschüren (kostenfrei vom Land verfügbar), hier sollen Möglichkeiten zum privaten Selbstschutz aufgezeigt werden (z. B. Erhöhung von Eingängen, Abdichtungen von Türen/Fenstern, Erhöhung der Lichtschächte, Installation von Klappschotts vor Tiefgaragen, Rückstausicherungen etc.) - Erstellung einer Anleitung zur Einschätzung des Risikos privaten Eigentums aus den SRGK (auf der Website der Stadt)
Information von Bürgern in besonders gefährdeten Bereichen	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung eines Infobriefs mit Hinweis auf die Gefährdung für folgende besonders gefährdete Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> ○ Am Wasserfall ○ Würmstraße ○ Enzstraße ○ TV Pflugfelden ○ Kleintierzüchter

Tab. 2 Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe

Handlungsempfehlung	Beschreibung
Durchführung von Infoveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung einer Infoveranstaltung mit Auslage von Infobroschüren - Hinweis auf besondere Gefahren (z. B. wassergefährdende Stoffe, Schutz von Produktionsanlagen, Not- und Rettungspläne etc.)
Information von Betrieben in besonders gefährdeten Bereichen	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung eines Infobriefs mit Hinweis auf die Gefährdung insbesondere für folgende Betriebe: <ul style="list-style-type: none"> ○ Hornbach Ludwigsburg ○ BorgWarner Ludwigsburg GmbH, Mörikestr. 155
Information Netzbetreiber	<ul style="list-style-type: none"> - Information über die Starkregengefährdung von Umformern/Umspannstationen in Senken oder Tiefgaragen - Überprüfung/Installation baulicher Schutzmaßnahmen (durch Netzbetreiber)
Information Bau/Betriebshof	<p>Information des Betriebshofs für die Freihaltung folgender Bereiche vor allem in den Sommermonaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dolen Würmstraße/Stammheimer Straße

Tab. 3 Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft

Handlungsempfehlung	Beschreibung
Information/Maßnahmen zur Verringerung von Oberflächenabfluss/Erosion (nach /11/)	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung Infobroschüre - Querbewirtschaftung von Hängen - Anlegung von Ackerrandstreifen und abbremsende Strukturen (Hecken, Rinnen, Gehölze etc.) vor Siedlungsgebieten und zwischen einzelnen Äckern - Angepasste Bewirtschaftung zum Schutz vor Erosion und Verschlammung (Mulch-/Direktsaat, Fruchtfolgen, Zwischenfruchtanbau) - Vermeidung einer Konzentration erosionskritischer Kulturen (Mais, Zuckerrüben) in direkter Nähe des Siedlungsbereichs
Information zu Lagerungen (Holz, Stroh etc.) an Hauptabflusswegen	<ul style="list-style-type: none"> - Information über das Abschwemmen von Stroh, Silage oder Holz, das an Hauptabflusswegen gelagert wird

3 KOMMUNALE FLÄCHENVORSORGE

3.1 Starkregengefahr im Flächennutzungsplan

Die Ergebnisse des Starkregenrisikomanagements sollten in den Flächennutzungsplan mit aufgenommen werden. Bei geplanten Erweiterungsgebieten ist die Gefahr durch Starkregen entsprechend im FNP zu kennzeichnen.

Generell sollten bei Baumaßnahmen oder Erschließungen in Bereichen, in denen Gefahr durch Starkregen besteht, Schutzmaßnahmen direkt mit in die Bebauungspläne eingearbeitet werden. Dies betrifft Schutzmaßnahmen an Gebäuden selbst (erhöhte Eingänge, erhöhte Lichtschächte, Abdichtungen an Kellerfenstern etc.). Festgesetzt werden sollten außerdem die Freihaltung von Flächen zum Rückhalt von Regenwasser oder Bereiche, in denen keine Bebauung zulässig ist (Hauptfließwege).

3.2 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Für Neubauten kann ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 gefordert werden. Dieser Nachweis ist eine sinnvolle Maßnahme, um dezentrale Retentionsmöglichkeiten auch in verdichteten Räumen zu schaffen. Allgemein soll die Einleitung von nicht nachteilig verunreinigten Regenwassers in die Kanalisation reduziert werden.

Der Überflutungsnachweis stellt sicher, dass Wasser bis zu einem 30-jährlichen Regenereignis (seltenes Ereignis) schadfrei auf dem Grundstück zurückgehalten werden kann, und ist für Grundstücke größer als 800 m² anzuwenden. Bei einem Anteil von nicht schadlos überflutbaren Flächen von über 70 % ist der Nachweis für ein 100-jährliches Regenereignis zu erbringen (außergewöhnliches Ereignis). Durch den Nachweis des schadfreien Einstaus (z. B. auf Parkplatzflächen oder Grünflächen) ist zum einen sichergestellt, dass kein Wasser in die Neubauten eindringt, zum ande-

ren wird eine dezentrale Retention geschaffen. Hierdurch gelangt bis zu einem 30-jährlichen Ereignis kein Regenwasser vom Grundstück auf die Straße oder auf Nachbargrundstücke. Der öffentliche Kanal wird dadurch ebenfalls bei kleineren Regenereignissen schon entlastet (/3/).

3.3 Freihaltung der Abflusswege, Landwirtschaftliche/Forstwirtschaftliche Maßnahmen

Die Flächenvorsorge hat in der Land- und Forstwirtschaft besondere Bedeutung. Angepasste Anbaumethoden in der Landwirtschaft können dazu führen, dass es von Außengebietsflächen zu weniger Abfluss und Erosion kommt. Hierbei ist auf die Veröffentlichung „Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen“ der Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH hinzuweisen (/11/) Hier sind verschiedene Maßnahmen beschrieben, die den Abfluss aus Starkregenereignissen effektiv verhindern können.

4 KRISENMANAGEMENT

4.1 Installation eines Warnsystems

Durch die im Handlungskonzept beschriebenen Empfehlungen und Maßnahmen kann Oberflächenabfluss aus Starkregen nur verringert, aber nicht verhindert werden. Aus diesem Grunde kann für einen besseren Schutz der Bürger und eine schnellere Reaktionszeit von öffentlichen Behörden und Einrichtungen (z. B. Feuerwehr) und Privatpersonen die Installation eines Warnsystems die erstellten Starkregengefahrenkarten sinnvoll ergänzen. Dadurch kann die sowieso schon kurze Reaktionszeit bei Starkregen optimal genutzt und es können mögliche Schäden verhindert werden.

Ein mögliches Warnsystem bietet z. B. die Spekter GmbH an, das auf verschiedenen Messsensoren basiert und per Benachrichtigung auf dem Smartphone Bürger und öffentliche Einrichtung vor Gefahren durch Oberflächenabfluss und Wasseraustritt aus dem Kanalsystem warnen kann. Dazu werden Regen-, Kanal- oder Pegelsensoren an geeigneten Stellen in der Gemarkung installiert. Bei einer Gefahr durch Starkregen werden in verschiedenen Stufen Warnungen herausgegeben, bei Rückstaugefahr aus dem Kanalnetz per Mail, bei Überflutungsgefahr per SMS sowie bei Sturzflutgefahr per Anruf. Jeder Bürger kann sich selbst für das System eintragen. Des Weiteren können Ampeln z. B. vor Unterführungen, Schranken oder Schotts über das Warnsystem automatisch aktiviert werden (/10/). Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Funktionsweise des Warnsystems.

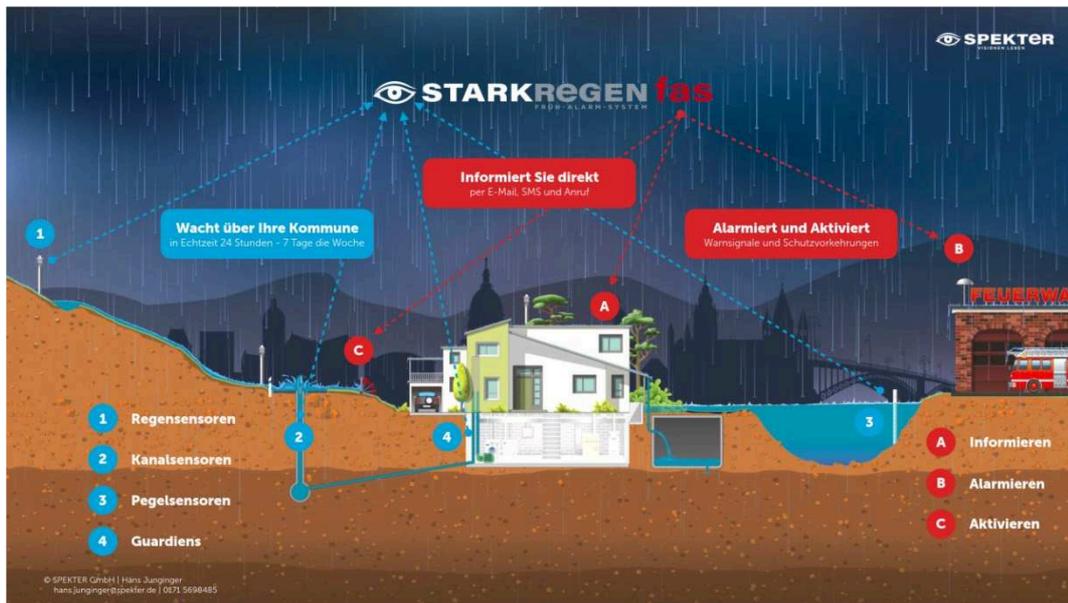


Abb. 1 Starkregenwarnsystem der Speker GmbH

Des Weiteren kann die Nutzung des Flutinformations- und Warnsystem FLIWAS für die Alarm- und Einsatzplanung sehr sinnvoll sein. Dieses bündelt alle relevanten Informationen zum Starkregen- und Hochwasserkrisenmanagement, leistet im Ernstfall wichtige Informationsarbeit und kann ebenfalls als Warnsystem dienen. Weiterführende Informationen hierzu finden sich auf der Website des Landes Baden-Württemberg:

<https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/flutinformations-und-warnsystem>

Die Messnetzkonzeption (Kapitel 6) kann, wenn umgesetzt, ebenfalls wertvolle Informationen für die Vorbereitung der Einsatzkräfte bereitstellen.

4.1.1 Hochwasseralarm und Einsatzplanung

Die Ergebnisse des Starkregenrisikomanagements sollten in die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung eingearbeitet werden. Aufgrund der kurzen Vorlaufzeiten, in denen sich kritische Überflutungszustände entwickeln können, ist es von großer Wichtigkeit, dass Abläufe und Entscheidungen bereits im Vorfeld feststehen, um im Starkregenfall schnell reagieren zu können. Als Einschätzung der Gefährdung dienen die erstellten Starkregengefahrenkarten sowie die Risikoanalyse dieses Projektes.

Die Installation eines Vorwarnsystems ist vor allem für die Feuerwehr im Starkregenfall ein Indikator dafür, welcher Bereich der Stadt zuerst von Überflutungen betroffen sein könnte. Durch ein Warnsystem verkürzt sich die Reaktionszeit der Feuerwehr, und Schäden durch Starkregen können damit vermieden oder gemindert werden.

Das Arbeitsthema „Gefährdete Verkehrsinfrastruktur“ der Risikoanalyse dient hier für die Einsatzplanung als Grundlage für die Routenplanung.

Besonderes Augenmerk sollte bei der Alarm und Einsatzplanung auch auf dem extremen Ereignis liegen in Bezug auf notwendige Evakuierungen und die Rettung von Leib und Leben.

5 KONZEPTION BAULICHER MAßNAHMEN

Die vorherigen Kapitel des Handlungskonzeptes stellen vor allem allgemeine Maßnahmen aller relevanten Akteure dar, die durchweg über das gesamte Stadtgebiet angewendet werden können und die zu einer Verringerung von Oberflächenabflüssen und Schäden in Folge von Starkregenereignissen führen können.

Das nun folgende Kapitel zeigt bauliche Einzelmaßnahmen auf, die eine Entschärfung der Situation für einzelne Bereiche bringen können. Für eine genauere Einschätzung sollten diese Konzepte aufgrund der eventuell komplexen Auswirkungen vor der Umsetzung modelltechnisch validiert werden. Nur so kann fundiert entschieden werden, welche Maßnahme für welchen Bereich am wirkungsvollsten ist und wie sich die Summe der Einzelmaßnahmen auf das gesamte Stadtteilgebiet auswirkt. Eine Bemessung von baulichen Kleinmaßnahmen (Leitstrukturen, Mulden etc.) kann ebenfalls im Modell erfolgen. Für die bessere Einschätzung wurden für die vorgeschlagenen Maßnahmen Wassermengen aus dem Modell ermittelt, die zurückgehalten oder umgeleitet werden müssen. Diese Angaben beziehen sich alle auf das außergewöhnliche Ereignis, auf das ein wirksamer Schutz vor Starkregenereignissen ausgerichtet sein sollte.

Die Maßnahmen wurden aus rein hydraulischer Sicht mit der Zielsetzung der Verringerung des Gefährdungspotentials durch den Oberflächenabfluss konzipiert. Weitere Untersuchungen bezüglich Umsetzbarkeit, Kostenschätzungen, Grunderwerb und Nutzungskonflikten wurden nicht betrachtet.

Bauliche Maßnahmen, die Außengebietswasser bis zu einem außergewöhnlichen Ereignis zurückhalten oder schadfrei ableiten können, können nach der Förderrichtlinie Wasserwirtschaft (nach /1/, für Baugebiete/Bebauungen vor dem 18.02.1999) gefördert werden, allerdings muss hierbei eine Kosten-Nutzen-Untersuchung durchgeführt werden. Bauliche Maßnahmen im Innenbereich können ebenfalls gefördert werden.

Die Maßnahmen sind folgendermaßen abgekürzt:

MS: Maßnahmen Straße/Innenbereich

MF: Multifunktionale Retentionsräume

MK: Maßnahmen Kanalnetz

MA: Maßnahmen Außengebiet

5.1 Maßnahmen im Innenbereich (MK, MS, MF)

Im Innenbereich ergeben sich im Bestand zwei Möglichkeiten, die starkregenbedingte Überflutungen vermindern können. Dies sind zum einen die Zwischenspeicherung des Regenwassers, z. B. auf Straßen oder Parkplätzen, sowie zum anderen die schadlose Ableitung von Oberflächenwasser in Gewässer oder auf andere Flächen.

Ein dezentraler Wasserrückhalt im Stadtgebiet kann durch multifunktionale Retentionsräume geschaffen werden. Hier wird temporär Wasser aus Starkregenereignissen auf bestimmten Flächen zwischengespeichert, im Normalfall findet eine andere Nutzung der Flächen statt (z. B. Spielplätze, Parkplätze, Parkareale etc.) Diese Möglichkeit wird derzeit für den Ortsteil Pflugfelden nicht gesehen. Überdies können durch angepasste Einläufe in das Kanalnetz vor allem häufigere Starkregenereignisse abgemildert werden. Für Neubauten sind auf die Maßnahmen aus Kapitel 3 verwiesen, insbesondere auf den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100.

5.1.1 Innenbereich – Straße als Notwasserweg/Retentionsraum

Öffentliche Straßen können im Falle eines Starkregenereignisses sowohl das Potenzial haben, Oberflächenwasser schadlos abzuleiten als auch temporär zu speichern. Wesentliche Parameter sind die Höhe der Bordsteine und die Neigung oder das Profil der Straße. Schon im Bestand fungieren Straßen im Projektgebiet bei starken Regenereignissen als Notabläufe (z. B. die Stammheimer Straße). Da es aufgrund des immensen Kostenaufwands nicht sinnvoll ist, die Kanalisation auf die Wassermenge von extremen Regenereignissen auszulegen, muss die Straße das Wasser aus Starkregenereignissen aufnehmen und, wenn möglich, schadlos ableiten oder zwischenspeichern können. In verdichteten Räumen ist dies meist die einzige Möglichkeit, eine Retention zu erreichen. Größere Freiflächen stehen hier meistens nicht zur Verfügung. Einschränkungen in der Verkehrssicherheit bei einem temporären Einstau der Straße sind nicht zu erwarten (/4/), aus rechtlicher Sicht spricht der Nutzung der Straße als Notwasserweg ebenfalls nichts entgegen (/5/).

Der Vergleich des herstellbaren Volumens zu den Wassermengen des außergewöhnlichen Ereignisses zeigt jedoch in den allermeisten Fällen nur ein geringes Potential. Außerdem sind Maßnahmen in der Straße generell mit einem hohen Kostenaufwand verbunden. Bei Sanierungsmaßnahmen von Straßen sollte jedoch in jedem Falle geprüft werden, ob eine Umgestaltung für die Anpassung des Profils oder der Bordsteine das Potential hat, Wasser zurückzuhalten oder schadlos abzuleiten. Somit können Kosten gespart und Synergieeffekte genutzt werden.

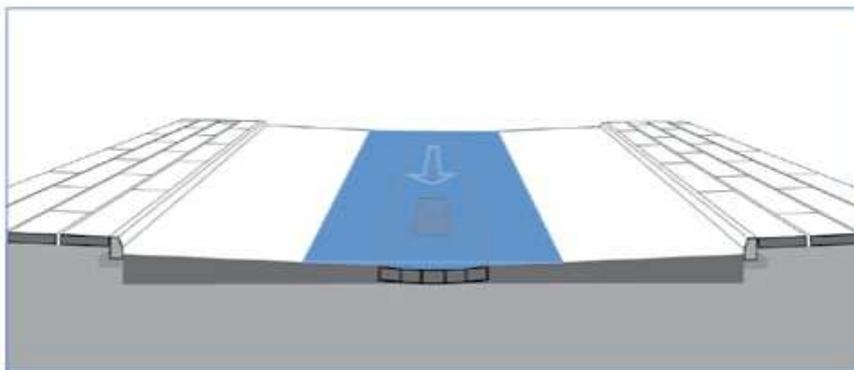


Abb. 2 V-Profil der Straße mit Mittelrinne (nach /6/)

Am Ende dieses Kapitels befindet sich eine tabellarische Auflistung die wichtigsten Bereiche, in denen eine Umgestaltung der Straße die Nutzung als Notwasserweg oder Retentionsraum ermöglichen oder verbessern würde. Eine detaillierte Beschreibung inklusive Verortung in den Starkregengefahrenkarten findet sich in Anhang 1 für die einzelnen Bereiche beschrieben.

5.1.2 Innenbereich – Erhöhung Einlauf Kanalnetz

Generell können Überflutungen durch angepasste Einläufe in das Kanalsystem vor allem bei Starkregenereignissen mit geringer Intensität gemindert werden. Herkömmliche Straßenabläufe können bei hohen Fließgeschwindigkeiten nicht viel Wasser aufnehmen. Ein Großteil dieses Wassers fließt über die Abläufe hinweg. Auf dem Markt gibt es Hersteller, die angepasste Pultaufsätze speziell für Starkregen anbieten z. B. der Aufsatz Meidrain® 2.0, (siehe Abb. 3), der bei standardisierten Bedingungen bis zu 30 % leistungsfähiger ist als der Standardaufsatz nach DIN 19583. Die Streben des Aufsatzes sind dabei längs zur Fließrichtung ausgerichtet. Der Aufsatz wurde besonders für abschüssige Straßen (ab 5 % Gefälle) mit hohen Fließgeschwindigkeiten des Oberflächenabflusses entwickelt (/7/).

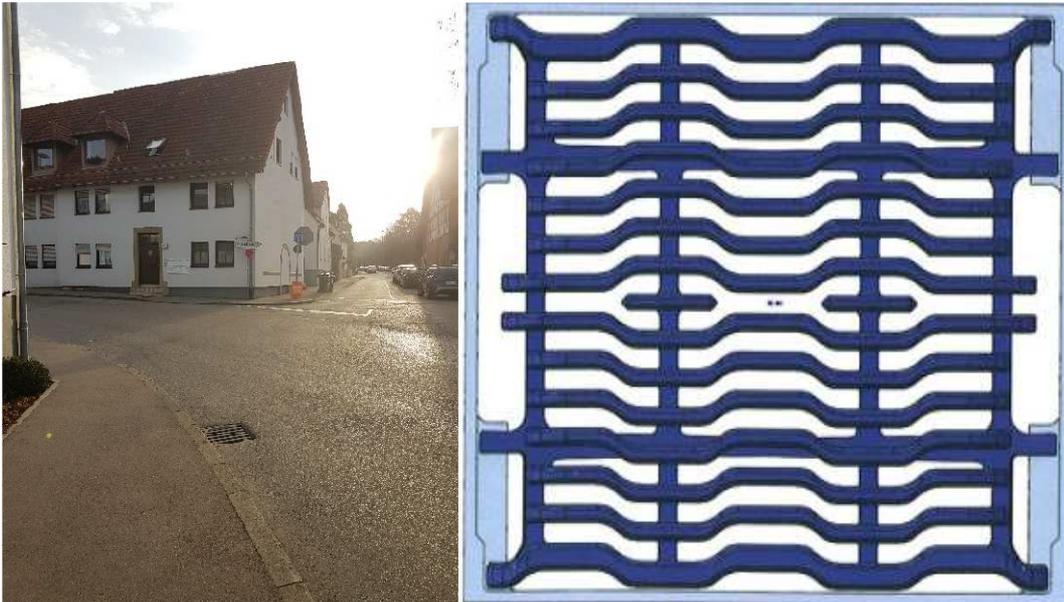


Abb. 3 Blick in die Egolsheimer Str. (links), Pultaufsatz Meidrain® 2.0 (rechts)

Weiterhin können mehrere Einläufe über den gesamten Straßenquerschnitt die Einlaufkapazität erhöhen. Eine solche Maßnahme wäre vor allem in der Stammheimer Straße (Maßnahme A2) sinnvoll. Ein Überblick über die Maßnahme findet sich in Anhang 1. In der nachfolgenden Abbildung findet sich ein Beispiel einer Entwässerungsrinne über den ganzen Straßenquerschnitt aus Filderstadt.



Abb. 4 Entwässerungsrinne Filderstadt

5.1.3 Zusammenfassung Maßnahmen Innenbereich

In nachfolgender Tabelle sind die Maßnahmen im Innenbereich tabellarisch zusammengefasst.

Tab. 4 Maßnahmen im Innenbereich mit Potential (gering, mittel, hoch)

Bereich	Lfd. Nr.	Maßnahme	Volumen der Maßnahme [m ³]
Stammheimer Straße	MS1	Umprofilierung/Erhöhung Bordstein der Stammheimer Straße zur Ableitung des Oberflächenabflusses in die Würmstraße, Verdichtung der Einläufe zum Kanalnetz	Nicht direkt quantifizierbar

5.2 Maßnahmen im Außenbereich (MA)

Im Allgemeinen haben Maßnahmen zur Abhaltung von Außengebietswasser das größte Potential. Nachfolgend werden verschiedene Vorschläge für einzelne Bereiche dargestellt, wie Wasser aus Außengebieten abgefangen oder gespeichert werden kann.

Anlagen, die Außengebietswasser zurückhalten, sind nach DWA-M-522 als „kleinste Stauanlagen“ definiert, wenn sie einen Stauraum von weniger als 10 000 m³ haben sowie die Höhe des Absperrbauwerks kleiner als 2 m ist. Von den nachfolgend konzipierten Maßnahmen erfüllt MA1 dieses Kriterium und es herrschen geringere Anforderungen an Planung, Bau und Betrieb der Anlagen als für herkömmliche Rückhaltebecken für den Hochwasserschutz. Hier ist auf Anhang A des genannten Merkblattes verwiesen, in dem die Regelungen beschrieben sind (/8/). Bemessungen können für bauliche Kleinanlagen wie Leitstrukturen oder Dämme direkt mit dem hydraulischen Modell durchgeführt werden. Für Retentionsmaßnahmen mit Aufstau und Dämmen muss eine Niederschlags-Abfluss-Modellierung durchgeführt werden, mit Abflussganglinien nach KOSTRA-DWD (/9/). In der nachfolgenden Abbildung findet sich eine Übersicht, wann welches Verfahren greift.

Wo?	Zweck		Instat. hydraul. Modellierung mit OAK (Leitfaden)	N-A-Modellierung T-Jährliche Abflussganglinien unterschiedlicher N-Dauer (KOSTRA-DWD)	Berechnung Gewässerhydraulik	ÜSG
In der Fläche	Starkregengefahrenkarte		Ja	Nein	Nein	Nein
	Bemessung	Baul. Kleinmaßnahmen/ Leitstrukturen, Mulden	Ja	(Ja) *	Nein	Nein
		Retentionsmaßnahmen mit Aufstau, Dämme	Nein	Ja	Nein	Nein
Am Gewässer **	Nicht-HW GK-Gewässer	Starkregengefahrenkarte	Ja	Nein	Nein	Nein
		Bemessung	Nein	Ja	Ja	. ***
	HW GK-Gewässer	Starkregengefahrenkarte ****	Ja	Nein	Nein	Nein
		Hochwassergefahrenkarte	Nein	Ja	Ja	Ja
		Bemessung *****	Nein	Ja	Ja	Ja

Abb. 5 Hinweise zur Bemessung baulicher Maßnahmen nach (/9/)

Bauliche Maßnahmen im Außengebiet sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst, in Anhang 1 findet sich eine Darstellung der einzelnen Maßnahmen.

Tab. 5 Bauliche Maßnahmen im Außenbereich mit Potential (gering, mittel, hoch)

Bereich	Lfd. Nr.	Maßnahme	Volumen der Maßnahme [m³]
Außengebiet Würmstraße	MA1	Hochwasserdamm zur Fernhaltung des Oberflächenabflusses von der Siedlungsfläche (evtl. Temporärer HW-Schutz am Herrschaftsweg notwendig)	Nicht direkt quantifizierbar
	MK1	Ertüchtigung des Einlaufes (Geröllfang)	Nicht direkt quantifizierbar
Außengebiet am Wasserfall	MA2	HRB am Wasserfall	3.279
	MA3	Leitstruktur (Zuführung HRB am Wasserfall)	Nicht direkt quantifizierbar
Furtbachsenke	MA4	Ertüchtigung der Furtbachsenke (auf außergewöhnliches Ereignis)	Nicht direkt quantifizierbar
Südliches Außengebiet	MA5	HRB Südliches Außengebiet	11.719

5.3 Zusammenfassung der baulichen Maßnahmen

In Anhang 1 findet sich für jeden Bereich eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen mit einem Ausschnitt aus der Starkregengefahrenkarte. Parameter zur Einschätzung des Potentials sind sowohl die zurückgehaltene oder ableitbare Wassermenge als auch das Risiko des Bereiches. Dabei ist zu beachten, dass Maßnahmen zur Abhaltung von Außengebietswasser im Allgemeinen wirkungsvoller sind als Maßnahmen im Innenbereich (Erosionsproblematik). Durch eine angepasste Bewirtschaftung der Felder und das Anlegen von Grünstreifen oder Heckenstrukturen kann der Abfluss aus Außengebieten effektiv reduziert werden. Für eine genauere Abschätzung des Potentials müssen weitere modelltechnische Berechnungen stattfinden. Das erstellte Modell bietet hier eine sehr gute Möglichkeit, Änderungen im Gelände auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Die hier im Handlungskonzept ausgeführten baulichen Maßnahmenkonzeptionen können auch noch nicht die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen, die den südlichen Gefährdungsbereich betreffen (TV-Pflugfelden, Am Wasserfall,ENZstraße...), in Kombination abschätzen. Hierdurch ergeben sich voraussichtlich positive Synergieeffekte.

Mit dem erstellten Modell könnte nicht nur die Auswahl der Maßnahmen konzentriert werden, sondern es könnten auch Bemessungen durchgeführt werden (z. B. der notwendige Retentionsraum der Straße, die notwendige Höhe von Schutzwällen/Bordsteinen oder die notwendige Höhe von Erddämmen). Bei Rückhaltebecken muss noch einmal eine gesonderte Bemessung nach KOSTRA-Regenspenden erfolgen.

In Gefährdungsbereichen, in denen bauliche Maßnahmen nicht möglich oder nur schwer umzusetzen sind empfiehlt es sich gezielt den Objektschutz der jeweiligen Anlieger über direkte Gespräche oder Informationsmaterial zu stärken.

Tab. 6 Volumenabschätzung Maßnahmen

Lfd. Nr.	Name	Fläche	Tiefe i. M.	Maßnahme Volumen	Zuflussvolumen AUS	Differenz V-AUS/ V-Maßnahme
		[m ²]	[m]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
MA2	HRB Am Wasserfall					
	304.5 m ü NN	1.050				
	305 m ü NN	3.285	0,5	1.084		
	305.5 m ü NN	5.495	0,5	3.279	4.013	-734
MA5	HRB Südliches Außengebiet					
	303.5 m ü NN	6				
	304 m ü NN	506	0,5	128		
	304.5 m ü NN	1.817	0,5	709		
	305 m ü NN	4.804	0,5	2.364		
	305.5 m ü NN	8.991	0,5	5.813		
	306 m ü NN	14.633	0,5	11.719	16.624	-4.905

6 MESSNETZKONZEPTION

6.1 Wasserstandspegel

Die Installation von Wasserstandspegeln kann eine sinnvolle Maßnahme sein, um bereits im Voraus Hochwasserstände der Gewässer zu beobachten und die Feuerwehr und den Bauhof in entsprechende Alarmbereitschaft zu versetzen. Damit kann wertvolle Zeit für die Vorbereitung im Hochwasserfall gewonnen und können Schutzmaßnahmen vorbereitet werden. Die Pegel sollten mit einer automatischen Datenübertragung ausgestattet sein. Die Datenverarbeitung kann über das Programm FLIWAS erfolgen.

In der nachfolgenden Tabelle ist ein sinnvoller Standort eines Wasserstandspegels beschrieben inklusive den Pegelständen bei den 3 Starkregenszenarien. Ebenfalls ist in nachfolgender Abbildung ein Beispiel eines Wasserstandspegels inklusive Kameraüberwachung aus einem Nebengewässer in Heidelberg zu sehen.

Zu beachten ist hierbei, dass die Dole an der Stammheimer Straße bereits bei einem seltenen Ereignis überlastet ist und Wasser über die Straße läuft. Hier sollte als Warnstufe neben den 3 Starkregenereignissen in jedem Fall die Höhe der Straße eingemessen werden, ab wann hier ein Wasserübertritt stattfinden kann. Die Vorwarnzeit kann durch diesen Pegel voraussichtlich nur geringfügig erhöht werden.

Tab. 7 Potentielle Wasserstandspegel

Standort	WSP SEL [müNN]	WSP AUS [müNN]	WSP EXT [müNN]
Dole Außengebiet Stammheimer Straße	303,19	303,31	303,64



Abb. 6 Pegelmessstelle Nebengewässer Heidelberg (Bildquelle: /12/)

6.2 Niederschlagsmessstationen

Neben Wasserstandspegeln können Niederschlagsmessstationen mit automatischer Messwertübertragung im Starkregenfall wertvolle Informationen liefern. Da die Vorwarnzeit bei Starkregenereignissen extrem kurz ist, können diese Messstationen dazu beitragen, die Vorbereitungszeit bei Starkregen zu optimieren. Potentieller Standort ist das südliche Außengebiet in Pflugfelden.

Tab. 8 Potentielle Niederschlagsmessstationen

Standort
Südliches Außengebiet

Wenn Messstellen errichtet werden, sollten diese in die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung eingearbeitet werden und hier stufenweise festgelegt werden, wann welche Warnstufe greift und welche Maßnahmen dann zu ergreifen sind (z. B. Beobachtung der Dolen im südlichen Außengebiet, Auslegen von temporären Schutzanlagen etc.)

Generell können die Daten von Niederschlagsmessstationen ebenfalls wie die Pegelstände über FLIWAS zusammengefasst und verwaltet werden.



Klinger und Partner
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH

Friolzheimer Straße 3 • 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 693308-0 • Telefax: 0711 693308-99
E-Mail: info@klinger-partner.de
Internet: <http://www.klinger-partner.de>

Aufgestellt:
Kevin Knoche, M. Sc.

Stuttgart, den 25.11.2022
TS-04765 köm/jb/kno/

Andreas Maier
Geschäftsführer

i. A.

Kevin Knoche
Projektleiter



ANHANG MIT VERZEICHNIS

1 Bauliche Maßnahmen Pflugfelden

Seite 66

Anhang 1: Bauliche Maßnahmen Pflugfelden

Außengebiet Würmstraße

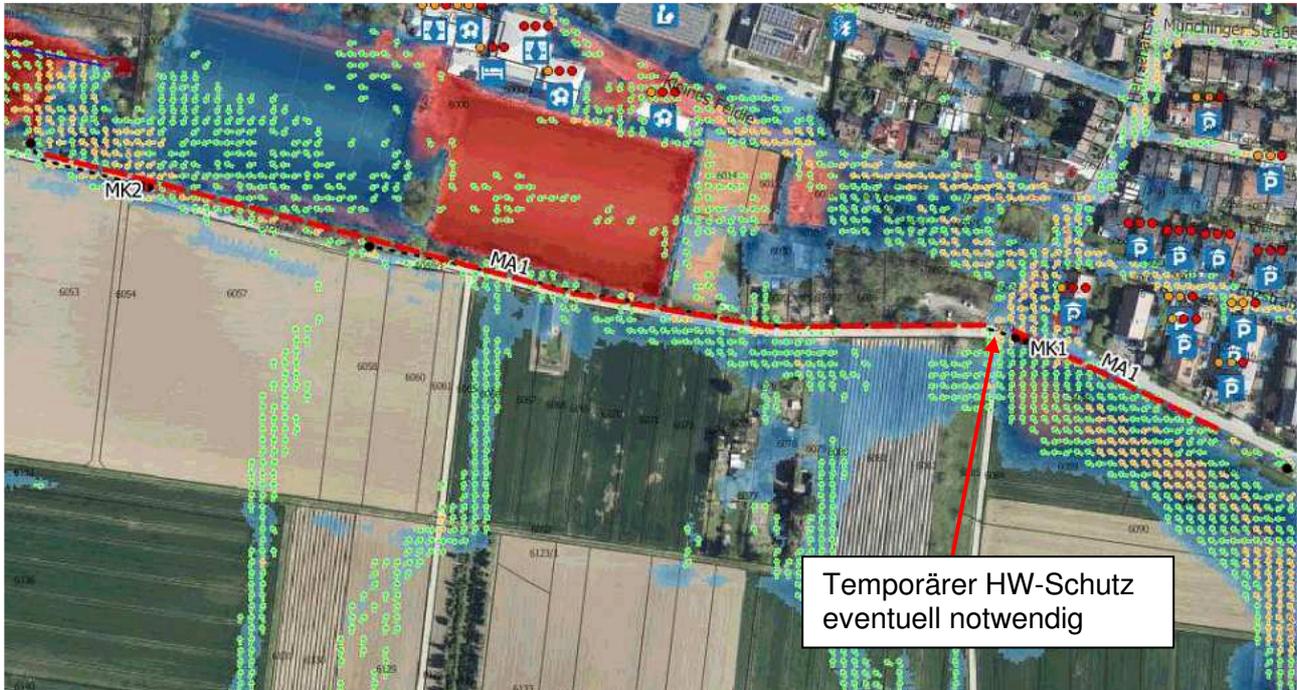


Abb. 7 Außengebiet Würmstraße, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung

Tab. 9 Maßnahmenbeschreibung Außengebiet Würmstraße mit Potential (**gering**, **mittel**, **hoch**)

Lfd. Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Potential	Volumen (AUS) [m³]
MA1	Hochwasserdamm zur Fernhaltung des Oberflächenabflusses von der Siedlung (Eventuell temporärer HW-Schutz am Herrschaftsweg notwendig)	hoch	Nicht direkt quantifizierbar
MK1/ MK2	Ertüchtigung der Einläufe (Geröllfang)	gering	Nicht direkt quantifizierbar

Außengebiet Am Wasserfall

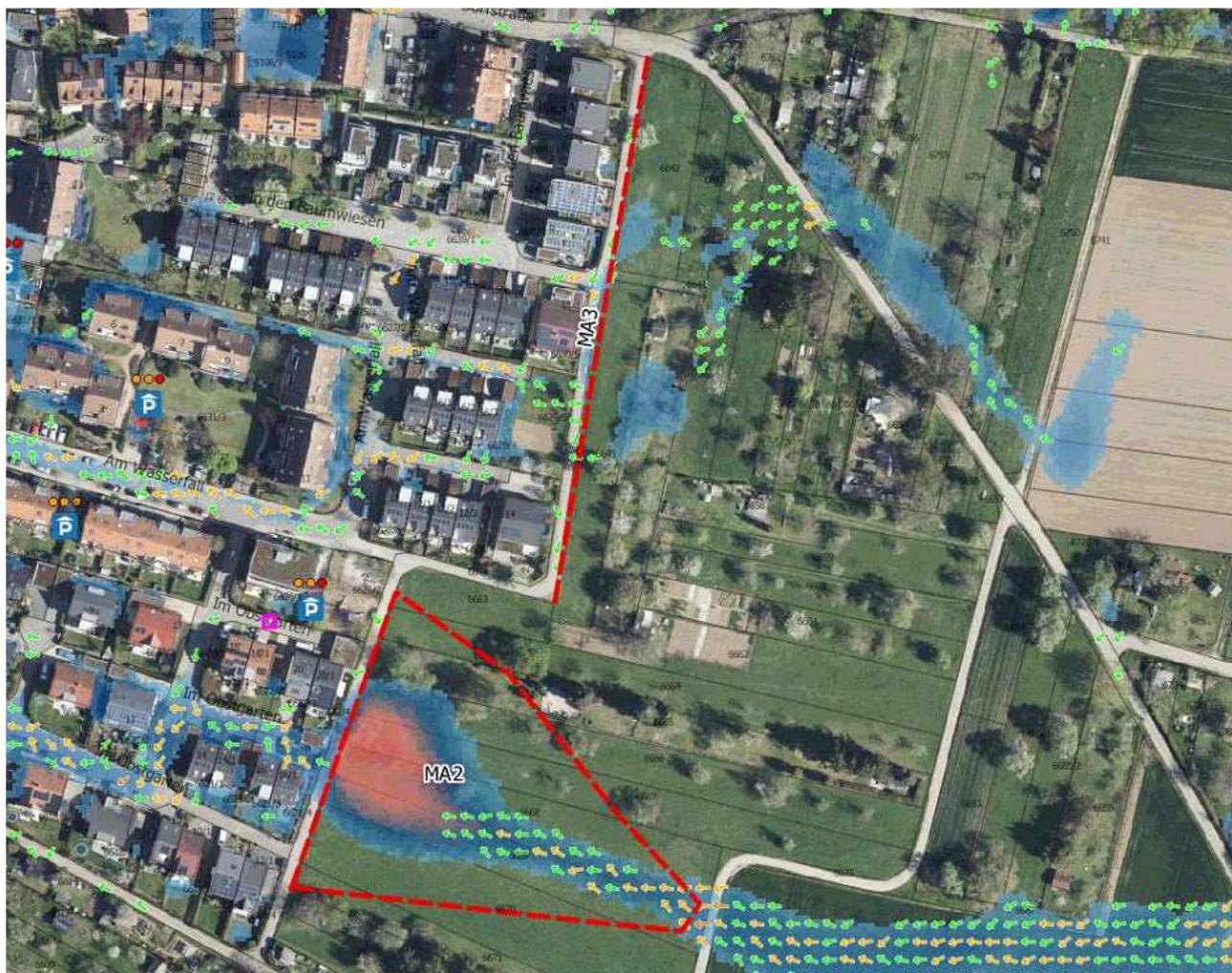


Abb. 8 Außengebiet am Wasserfall, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung

Tab. 10 Maßnahmenbeschreibung Außengebiet am Wasserfall mit Potential (gering, mittel, hoch)

Lfd. Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Potential	Volumen (AUS) [m³]
MA2	HRB am Wasserfall	mittel	3.279
MA3	Schutzwall (Zuführung HRB am Wasserfall)	mittel	Nicht direkt quantifizierbar

Furtbachsenke

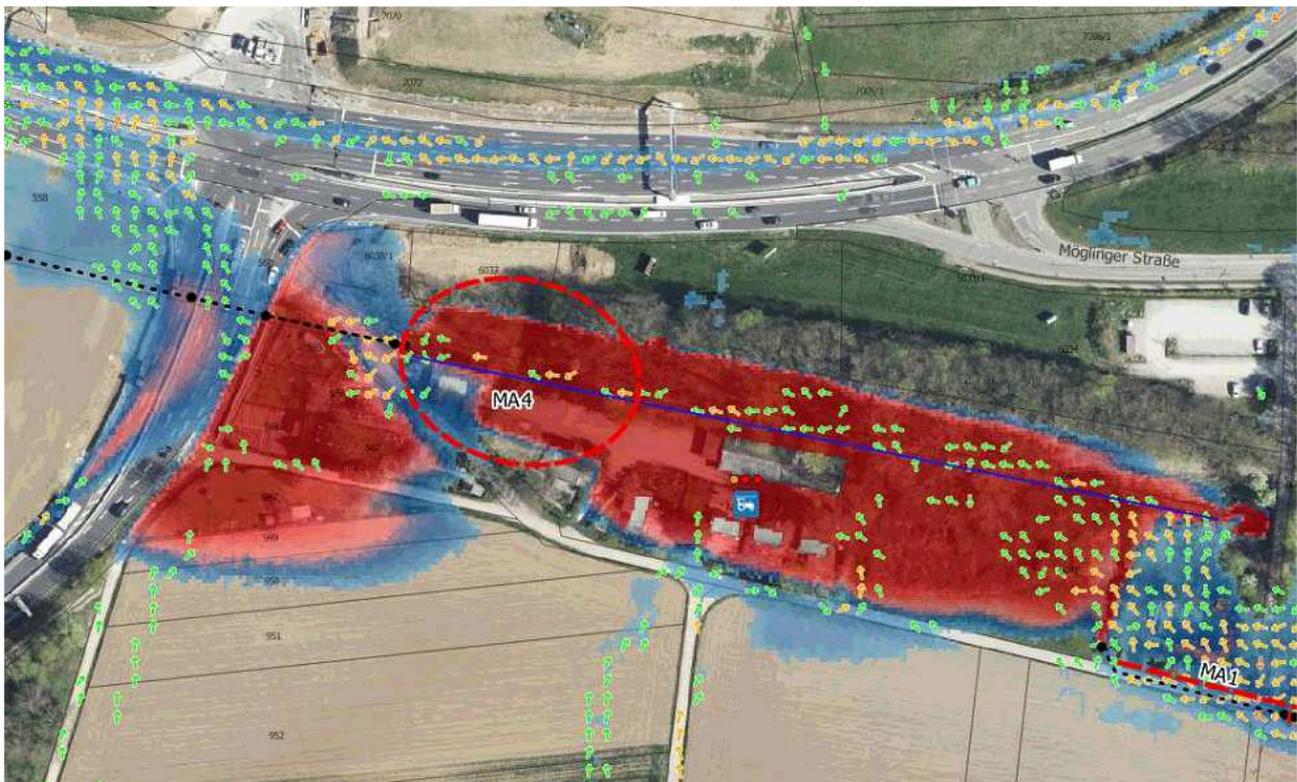


Abb. 9 Furtbachsenke, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung

Tab. 11 Maßnahmenbeschreibung Furtbachsenke mit Potential (gering, mittel, hoch)

Lfd. Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Potential	Volumen (AUS) [m³]
MA4	Ertüchtigung der Furtbachsenke (auf außergewöhnliches Ereignis)	mittel	Nicht direkt quantifizierbar

Stammheimer Straße

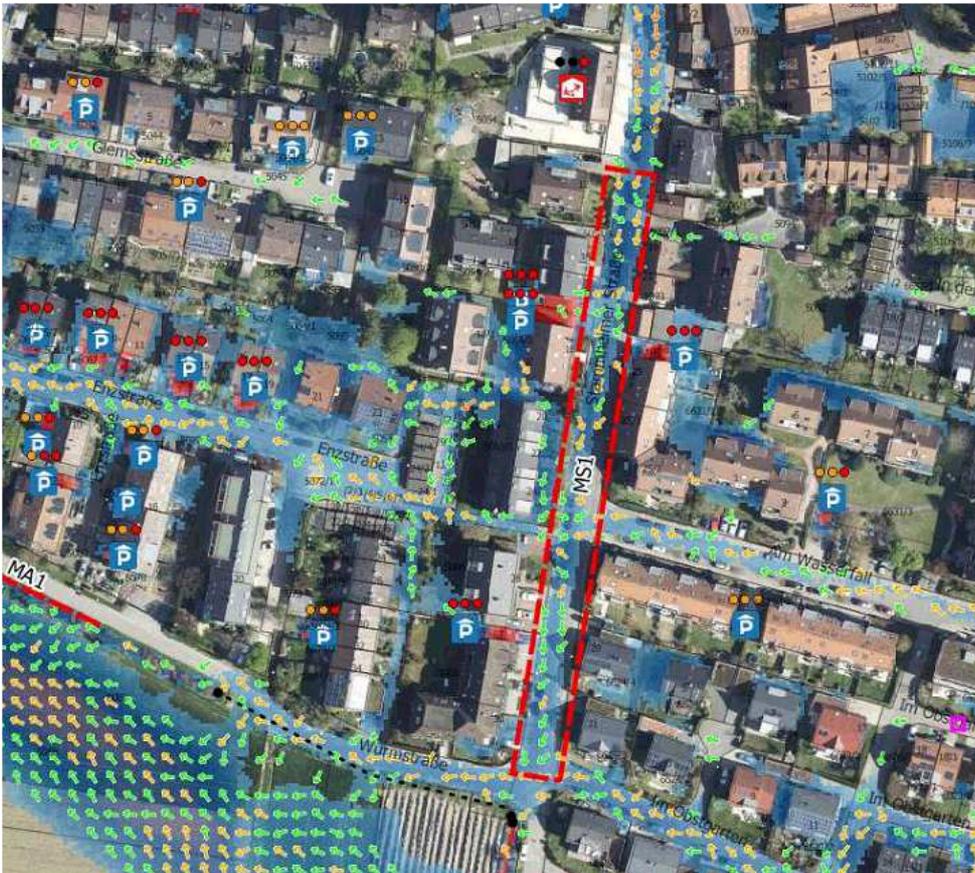


Abb. 10 Stammheimer Straße, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung

Tab. 12 Maßnahmenbeschreibung Stammheimer Straße mit Potential (gering, mittel, hoch)

Lfd. Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Potential	Volumen (AUS) [m³]
MS1	Umprofilierung/ Erhöhung Bordstein der Stammheimer Straße zur Ableitung des Oberflächenabflusses in die Würmstraße, Erhöhung Einlaufmöglichkeit Kanalnetz	mittel	Nicht direkt quantifizierbar

HRB Südliches Außengebiet

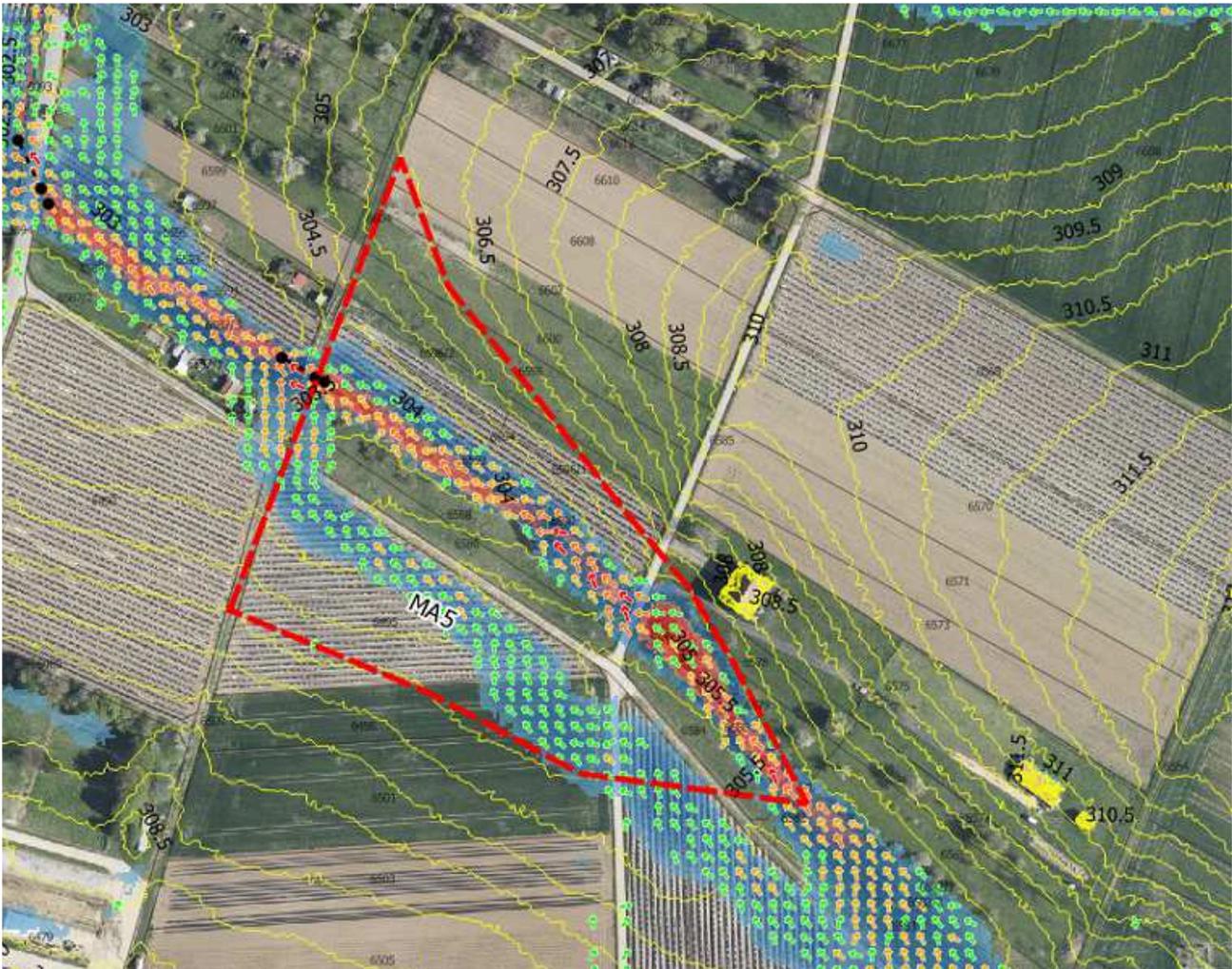


Abb. 11 Südliches Außengebiet, Darstellung eines außergewöhnlichen Ereignisses, Bildquelle: Digitales Orthofoto, © Landesanstalt für Geoinformation und Landesentwicklung

Tab. 13 Maßnahmenbeschreibung HRB Südliches Außengebiet mit Potential (gering, mittel, hoch)

Lfd. Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Potential	Volumen (AUS) [m³]
MA5	HRB Südliches Außengebiet (möglicher Standort)	hoch	11.719

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Digitale Ergebnisdaten

UNTERLAGENVERZEICHNIS

- | | | |
|----|--|-----------------------|
| 1 | Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stand 2017 | Leitfaden |
| 2 | Bauverbot und Ausnahmeregelungen in Überschwemmungsgebieten, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, online geprüft zuletzt am 20.01.2021 unter https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/ueberschwemmungsgebiete | |
| 3 | Kommentar Gebäude- und Grundstücksentwässerung, Planung und Ausführung DIN 1986-100 und DIN EN 12056-4, Beuth Verlag 2010 | Kommentar |
| 4 | Seminar: Neue Möglichkeiten im Umgang mit Starkregenereignissen, Vortrag „Verkehrssicherheit bei Wasser auf der Straße“, Prof. Dr. Jochen Eckart, Hochschule Karlsruhe, Solingen, November 2018 | Vortrag |
| 5 | Seminar: Neue Möglichkeiten im Umgang mit Starkregenereignissen, Vortrag „Straße als Notwasserweg – rechtliche Zulässigkeit und Zuständigkeiten, Gebührenfähigkeit von Kosten für Maßnahmen zur Umgestaltung des Straßenraums“, Rechtsanwalt Gregor Franßen, Emle, Solingen, November 2018 | Vortrag |
| 6 | Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung, Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, 2015 | Wissensdokument |
| 7 | Meidrain®, Aufsatz für Straßenablauf für erhöhte Wasseraufnahme, Meierguss Gruppe | Informationsbroschüre |
| 8 | Merkblatt DWA-M-522 „Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken“, DWA Mai 2005 | Merkblatt |
| 9 | Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse des Starkregenrisikomanagements, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stand 11.06.2018 | Hinweise |
| 10 | Frühwarnsystem „Starkregen fas“, Spekter GmbH, Hans Juninger | Informationsbroschüre |
| 11 | Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung des | |



Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen, Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, 2018

- 12 Hochwasserschutz in Heidelberg: Neckar-Nebengewässer im Fokus, SWR, online verfügbar unter <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/mannheim/hochwasser-starkregen-heidelberg-beobachtet-neckar-nebengewasser-100.html> zuletzt geprüft am 20.06.2022