



**Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse sowie  
Entwicklung eines Handlungskonzeptes zu  
starkregenbedingten Überflutungen im Bereich der**

**Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des  
Speckbachs**

**auf Grundlage des Leitfadens „Kommunales  
Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“  
(LUBW 2016)**

**Erläuterungsbericht**

Oktober 2021

WALD + CORBE Consulting GmbH

Hauptsitz Hügelsheim

Am Hecklehamm 18

Tel. +49 7229 1876-00

76549 Hügelsheim

Fax +49 7229 1876-777

[www.wald-corbe.de](http://www.wald-corbe.de)

■ Hügelsheim

■ Stuttgart

■ Haslach

■ Speyer



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg</b>	<b>1</b>
<b>2 Gebietsbeschreibung</b>	<b>2</b>
2.1 Modell- und Untersuchungsgebiet	2
2.2 Ausgangslage und Beauftragung	4
<b>3 Datengrundlagen</b>	<b>5</b>
3.1 Topografie (HydTERRAIN/DGM)	5
3.2 Zusätzliche Vermessungen/Geländeaufnahmen	5
3.3 Angaben zur Ortsentwässerung	5
3.3.1 Kanalnetz	5
3.3.2 Verdolungen und Durchlässe	6
3.4 Landnutzung (ALKIS)	9
3.5 Gebäudebestand (ALKIS)	10
3.6 Gewässernetz	10
3.6.1 HWGK-Gewässer	10
3.6.2 AWGN-Gewässer	10
3.6.3 Weitere Gräben	11
3.7 Vorhandene Schutzeinrichtungen	11
3.8 Oberflächenabflusskennwerte (OAK)	11
3.9 Hochwassergefahrenkarte (HWGK)	12
3.10 Ortsbegehungen	12
3.11 Risikoobjekte	13
<b>4 Eingesetzte hydraulische Modellsoftware</b>	<b>14</b>
4.1 Modellsoftware	14
4.2 Rauheitsansatz und gewählte Rauheitswerte	15
<b>5 Modellaufbau</b>	<b>17</b>
5.1 Modifikationen am Geländemodell (Feinabstimmung)	17
5.1.1 Unterführungen	19
5.1.2 Brücken	19
5.2 Verklausungsansätze an Verdolungen und Durchlässen	21
5.3 Berücksichtigung der Ortsentwässerung	24
5.4 Modifikationen an den OAK	25

5.5	Berücksichtigung von Dachflächen	26
5.6	Gebietsaufteilung und Berücksichtigung von Gewässern	26
<b>6</b>	<b>Rechenläufe</b>	<b>28</b>
6.1	Entwurfsrechenlauf	28
6.2	Abschließende Rechenläufe	28
<b>7</b>	<b>Rechenergebnisse und Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen</b>	<b>29</b>
7.1	Überflutungsausdehnung	29
7.2	Überflutungstiefen	30
7.3	Fließgeschwindigkeiten und -richtungen	31
7.4	Kontrollquerschnitte	32
7.5	Volumenbilanz	33
7.6	Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen	34
7.6.1	Bereich Rübholzweg	34
7.6.2	Bereich Oberboihinger Straße	35
7.6.3	Bereich Unterführung in der Ötlinger Straße	36
7.6.4	Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben	36
7.6.5	Einordnung der Ereignisse am 11.06.2018 und am 23.06.2021	41
<b>8</b>	<b>Kartendarstellungen</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Zwischenfazit/Ergebnisse der Gefährdungsanalyse</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b>Kommunale Risikoanalyse</b>	<b>44</b>
10.1	Analyse der Starkregengefahrenkarten und der Animation der Überflutungsausdehnung	48
10.2	Kritische Objekte und Bereiche	52
10.2.1	Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug	52
10.2.2	Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur	53
10.3	Objekte und Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit	57
10.3.1	Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	57
10.3.2	Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit	58
10.4	Zusammenfassung der kritischen Objekte	59
10.5	Gefahren aus Flusshochwasser: Kritische Objekte und Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	61
10.6	Starkregenisikokarten	62
10.7	Risikosteckbriefe	63

<b>11 Handlungskonzept</b>	<b>64</b>
11.1 Informationsvorsorge	64
11.2 Kommunale Flächen- und Bauvorsorge	66
11.3 Krisenmanagement	67
11.4 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen	69
11.4.1 Allgemeine Maßnahmen im Außenbereich	69
11.4.2 Allgemeine Maßnahmen im Innenbereich (Schwammstadt)	70
11.4.3 Kommunale bauliche Maßnahmen für die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs in der Stadt Kirchheim unter Teck	71
11.5 Hinweise zur Umsetzung und Förderung von baulichen Maßnahmen	88
<b>12 Abgabedaten</b>	<b>89</b>
<b>13 Zusammenfassung</b>	<b>91</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>92</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 2.1</b>	Modellgebiet für die vorliegende Starkregenuntersuchung	2
<b>Abbildung 2.2</b>	Definiertes Untersuchungsgebiet für die vorliegende Starkregenuntersuchung	3
<b>Abbildung 3.1</b>	Übersichtskarte der Verdolungen im Ortsteil Lindorf	6
<b>Abbildung 3.2</b>	Übersichtskarte der Verdolungen des Dupiggrabens im Außengebiet	7
<b>Abbildung 3.3</b>	Übersichtskarte der Verdolungen des Speckbachs und im Ortsteil Ötlingen	8
<b>Abbildung 4.1</b>	Räumliche Verteilung der Landnutzung zur Zuordnung von Rauheitswerten für das Untersuchungsgebiet	15
<b>Abbildung 5.1</b>	Übersichtskarte der Modifikationen am Geländemodell (HydTERRAIN)	18
<b>Abbildung 5.2</b>	Unterführung der A8 im Bereich der Ötlinger Straße (links) und Unterführung der A8 im Bereich der Zähringer Straße (rechts)	19
<b>Abbildung 5.3</b>	Brücke im Bereich „In der Warth“ über die Lauter – im Modell (links) und bei der Ortsbegehung am 09.07.2020 (rechts)	20
<b>Abbildung 5.4</b>	Brücke im Bereich der Bachstraße (links) und Brücke im Bereich der Schönblickstraße über die Lauter (rechts)	20
<b>Abbildung 5.5</b>	Brücke im Bereich „Zum Rübholz“ über den Dupiggraben (links) und Brücke im Bereich der Lindorfer Straße über die Bahnlinie (rechts)	21
<b>Abbildung 5.6</b>	Einlaufbereich der Verdolung 34 (Stand: Ortsbegehung am 09.07.2020)	22
<b>Abbildung 5.7</b>	Einlaufbereich der Verdolung 37 (Stand: Ortsbegehung am 16.06.2020)	23
<b>Abbildung 5.8</b>	Vorgehensweise der Modifikationen an den OAK im Bereich des Wohngebietes Stegleswiesen	25
<b>Abbildung 5.9</b>	Hydrologische Teileinzugsgebiete zur Gebietsaufteilung der berechneten Flächen im Untersuchungsgebiet	27
<b>Abbildung 7.1</b>	Legende für die Darstellung der Überflutungsausdehnung, Überflutungstiefe und der Fließgeschwindigkeit in den Starkregengefahrenkarten	29
<b>Abbildung 7.2</b>	Ausschnitt der Kontrollquerschnitte im Untersuchungsgebiet mit Überflutungstiefen des außergewöhnlichen Abflusszenarios	32
<b>Abbildung 7.3</b>	Außergewöhnliches (oben) und extremes (unten) Abflussereignis, Starkregenereignis im Rübholzweg nahe Hausnummer 9 am 11.06.0218 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck	34
<b>Abbildung 7.4</b>	Außergewöhnliches (oben links) und extremes Abflussereignis (unten links), Starkregenereignis im Bereich der Oberboihinger Straße 89 am 11.06.0218 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck	35
<b>Abbildung 7.5</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis (links), Starkregenereignis in der	

	Unterführung der A8 im Bereich der Ötlinger Straße am 11.06.2018 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck	36
<b>Abbildung 7.6</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis (rechts oben), Starkregenereignis im Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben am 11.06.2018 (links), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck	37
<b>Abbildung 7.7</b>	Ein Tag nach dem Starkregenereignis im Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben am 23.06.2021 (oben), Außergewöhnliches Abflussereignis (unten), Quelle: WALD + CORBE	38
<b>Abbildung 7.8</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis (links), ein Tag nach dem Starkregenereignis im Wendlinger Weg am 23.06.2021 (rechts), Quelle: WALD + CORBE	39
<b>Abbildung 7.9</b>	Extremes Abflussereignis (links), Oberboihinger Straße am 23.06.2021 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck	40
<b>Abbildung 10.1</b>	Gefährdung und Vulnerabilität als prägende Einflussfaktoren des Risikos (LUBW, 2020)	44
<b>Abbildung 10.2</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Oberboihinger Straße bis Eichwiesen	49
<b>Abbildung 10.3</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Stuttgarter Straße und Bahnlinie	50
<b>Abbildung 10.4</b>	Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Stuttgarter Straße und Entlastungsverdolung Dupiggraben	51
<b>Abbildung 10.5</b>	maximale Wassertiefen und maximale Fließgeschwindigkeiten für das außergewöhnliche Abflussereignis im Bereich der Unterführung Ötlinger Straße (RO-Nr. 29)	54
<b>Abbildung 10.6</b>	maximale Wassertiefen und maximale Fließgeschwindigkeiten für das außergewöhnliche Abflussereignis im Bereich der Tiefgarageneinfahrt Rote Morgen in Lindorf	55
<b>Abbildung 11.1</b>	Übersicht der kommunalen baulichen Maßnahmen	72
<b>Abbildung 11.2</b>	Bereich Lauter – Ableitung der Fließwege herstellen / prüfen	73
<b>Abbildung 11.3</b>	Bereich Dupiggraben – Notentlastung über Spielplatz herstellen	74
<b>Abbildung 11.4</b>	Bereich Hochwiesen – Retentionsraum schaffen	75
<b>Abbildung 11.5</b>	Bereich Reutlinger Straße / Stuttgarter Straße – Verdolungseinlauf optimieren	76
<b>Abbildung 11.6</b>	Zustand des Verdolungsein- und auslaufs bei der Ortsbegehung am 09.07.2020	77
<b>Abbildung 11.7</b>	Kommunale bauliche Maßnahmen – Beispiele kleiner vorgeschalteter Grobrechen aus verschiedenen Materialien zum Rückhalt von	

---

	angeschwemmten Grobmaterial und zusätzlichen Verlegungsschutz für Rechenbauwerke	78
<b>Abbildung 11.8</b>	Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – Alarmpegel zur Vorwarnung installieren	79
<b>Abbildung 11.9</b>	Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – Aufweitung mit Metallrechen und großflächiger Treibgutrückhaltung sowie Erhöhung des Weges / Damm entlang Graben schütten	80
<b>Abbildung 11.10</b>	Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – 0-1 Schalter zur Vorwarnung installieren	81
<b>Abbildung 11.11</b>	Bereich Dupiggraben (OT Lindorf) – Verlegung des Gewässers in die Tiefenlinie	82
<b>Abbildung 11.12</b>	Bereich Oberboihinger Straße – Retentionsraum schaffen / prüfen	83
<b>Abbildung 11.13</b>	Bereich Krummgässle – Anheben von Feldwegen	84
<b>Abbildung 11.14</b>	Bereich Birkenweg / Rappen / Zähringer Straße – Anheben von Feldwegen	85
<b>Abbildung 11.15</b>	Bereich Unterführung Ötlinger Straße – Warnhinweise installieren	86

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 3.1</b>	Verdolungen im Untersuchungsgebiet	8
<b>Tabelle 3.2</b>	Landnutzung im Untersuchungsgebiet sortiert nach Flächenanteilen	9
<b>Tabelle 4.1</b>	Wassertiefenabhängige Zuordnung von Rauheitswerten ( $k_{st}$ -Werte) zur Landnutzung mit zugehörigen Flächenanteilen für das Untersuchungsgebiet	16
<b>Tabelle 5.1</b>	Modifikationen am Geländemodell (HydTERRAIN) im Untersuchungsgebiet	17
<b>Tabelle 5.2</b>	Verdolungen im Untersuchungsgebiet und Berücksichtigung im Modell je Szenario	24
<b>Tabelle 7.1</b>	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (LUBW, 2016)	30
<b>Tabelle 7.2</b>	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (LUBW, 2016)	31
<b>Tabelle 7.3</b>	Volumenbilanz für das Untersuchungsgebiet	33
<b>Tabelle 8.1</b>	Starkregengefahrenkarten und Animationen der hydraulischen Überflutungssimulation zur digitalen bzw. gedruckten Abgabe an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW	42
<b>Tabelle 10.1</b>	Empfohlene Kriterien (als Anhaltspunkt) zur Bewertung der Gefährdung kritischer Objekte, Quelle: LUBW (2020)	45
<b>Tabelle 10.2</b>	Schlüsselliste zur Einordnung der Gefährdung auf Grundlage der empfohlenen Kriterien aus Tabelle 10.1	46
<b>Tabelle 10.3</b>	Übersicht der Risikoobjekte inkl. Einteilung in die Kategorien nach Leitfaden	46
<b>Tabelle 10.4</b>	Gefährdete kritische Objekte mit öffentlichem Bezug bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses	52
<b>Tabelle 10.5</b>	Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses	53
<b>Tabelle 10.6</b>	Potenziell gefährdete Unterführungen bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses	54
<b>Tabelle 10.7</b>	Potenziell gefährdete Tiefgaragen bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses	56
<b>Tabelle 10.8</b>	Ver- und entsorgungsrelevante Objekte bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses	57
<b>Tabelle 10.9</b>	Zusammenfassung der von Starkregen betroffenen Risikoobjekte mit einer sehr hohen Gefährdung (3) bei einem seltenen, außergewöhnlichen oder extremen Abflussereignis	59

<b>Tabelle 10.10</b>	Empfohlene Kriterien (als Anhaltspunkt) zur Bewertung der Gefährdung kritischer Objekte durch Flusshochwasser	61
<b>Tabelle 10.11</b>	Schlüsselliste zur Einordnung der Gefährdung auf Grundlage der empfohlenen Kriterien aus Tabelle 10.10	61
<b>Tabelle 10.12</b>	Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser, differenziert nach HQ <sub>10</sub> , HQ <sub>100</sub> und HQ <sub>extrem</sub>	62
<b>Tabelle 10.13</b>	Ausgewählte Risikoobjekte für die Erstellung von Risikosteckbriefen im Untersuchungsgebiet	63
<b>Tabelle 11.1</b>	Publikationen zur Informationsvorsorge	65
<b>Tabelle 11.2</b>	Indikatoren und deren Zuordnung in die 4 Alarmstufen für das Untersuchungsgebiet	68
<b>Tabelle 11.3</b>	Priorisierung und Zuständigkeiten der kommunalen baulichen Maßnahmen für die Stadt Kirchheim unter Teck	87
<b>Tabelle 12.1</b>	Abgabedaten der Gefährdungsanalyse an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW	89
<b>Tabelle 12.2</b>	Abgabedaten der Risikoanalyse an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW	89
<b>Tabelle 12.3</b>	Abgabedaten des Handlungskonzeptes an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW	90

## Anlagen

<b>Anlage A</b>	Gefährdungsanalyse
<b>Anlage B</b>	Risikoanalyse
<b>Anlage C</b>	Datenträger

Projektnummer 101.19.155  
 Projektbearbeitung M. Sc. A. Jakobs  
 Dr.-Ing. H. Göppert  
 Bericht Z:\Starkregen\_Kirchheim\A04\_Berichte\2021\_08\_11\_Erlaeuterungsbericht\_SRRM\_Kirchheim.docx

## 1 Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

In den letzten Jahren haben Starkregenereignisse in Baden-Württemberg zu teilweise katastrophalen Schäden geführt. Insbesondere die im Mai und Juni 2016 in ganz Baden-Württemberg aufgetretenen Schadensfälle (Braunsbach, Dallau, Allfeld, Neckargerach, Schollbrunn, Neckarkatzenbach, Stein, Eppingen, Aglasterhausen, Waldkirch, ...) haben dazu beigetragen, dass die Gefährdung durch Starkregen im Land ein mittlerweile stark beachtetes Thema darstellt.

Es ist davon auszugehen, dass durch die Folgen der Klimaänderung zukünftig mit einer weiteren Häufung an Starkregenereignissen zu rechnen ist. Ausgelöst durch die vielen in den letzten Jahren aufgetretenen Schadensfälle sind auf Bundes- (BWK/DWA, 2013) und Landesebene (IBH/WBW, 2013) zahlreiche Leitfäden zum Starkregenrisikomanagement erschienen. Der Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg (WBW) hat außerdem für Praxisanwender (z. B. Bauämter, Betriebshöfe, ...) einen Leitfaden in Form einer Folienpräsentation erstellt, der sich mit dem Thema Risiko durch Starkregen befasst (WBW, 2016).

Um für die Gefährdungs- und Risikoanalysen von starkregenbedingten Überflutungen ein landesweit einheitliches, qualitätsgesichertes Vorgehen sicherzustellen, wurde im Jahr 2016 der Untersuchungsablauf und -umfang im Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) festgelegt. Die Entwicklung des kommunalen Starkregenrisikomanagementkonzepts vollzieht sich hiernach in drei Stufen: die hydraulische Gefährdungsanalyse (Starkregengefahrenkarten), die Risikoanalyse und das Handlungskonzept.

Das Ziel der hydraulischen Gefährdungsanalyse ist es zunächst, durch Anwendung eines hydrodynamischen zweidimensionalen Simulationsmodells, Starkregengefahrenkarten für drei Szenarien zu erstellen: ein seltenes (SEL), ein außergewöhnliches (AUS) und ein extremes (EXT) Abflussereignis. Die Gefahrenkarten sollen die, bei diesen Szenarien zu erwartenden, Abflussverhältnisse und Überflutungszustände darstellen. Insbesondere sollen sie die in besonderem Maße von Überflutungen betroffenen Bereiche aufzeigen.

Die Risikoanalyse zielt darauf ab, die besonders risikobehafteten, öffentlichen Objekte und Anlagen zu identifizieren sowie die bestehenden Überflutungsrisiken zu bewerten und zu priorisieren. Hierzu sind die Gefahrenkarten gezielt auszuwerten, eine Ermittlung und Bewertung kritischer Objekte sowie Bereiche durchzuführen und Risikosteckbriefe für die Risikoobjekte zu erstellen, welche besonders von Überflutungen betroffen sind. Hierzu sind in der Regel gute Ortskenntnisse erforderlich. Entsprechend müssen die lokalen Fachstellen (Tiefbauamt, Stadtplanungsamt, Feuerwehr, ...) und das Landratsamt konkret mit einbezogen werden. Die Starkregengefahrenkarten sind entsprechend fortzuschreiben.

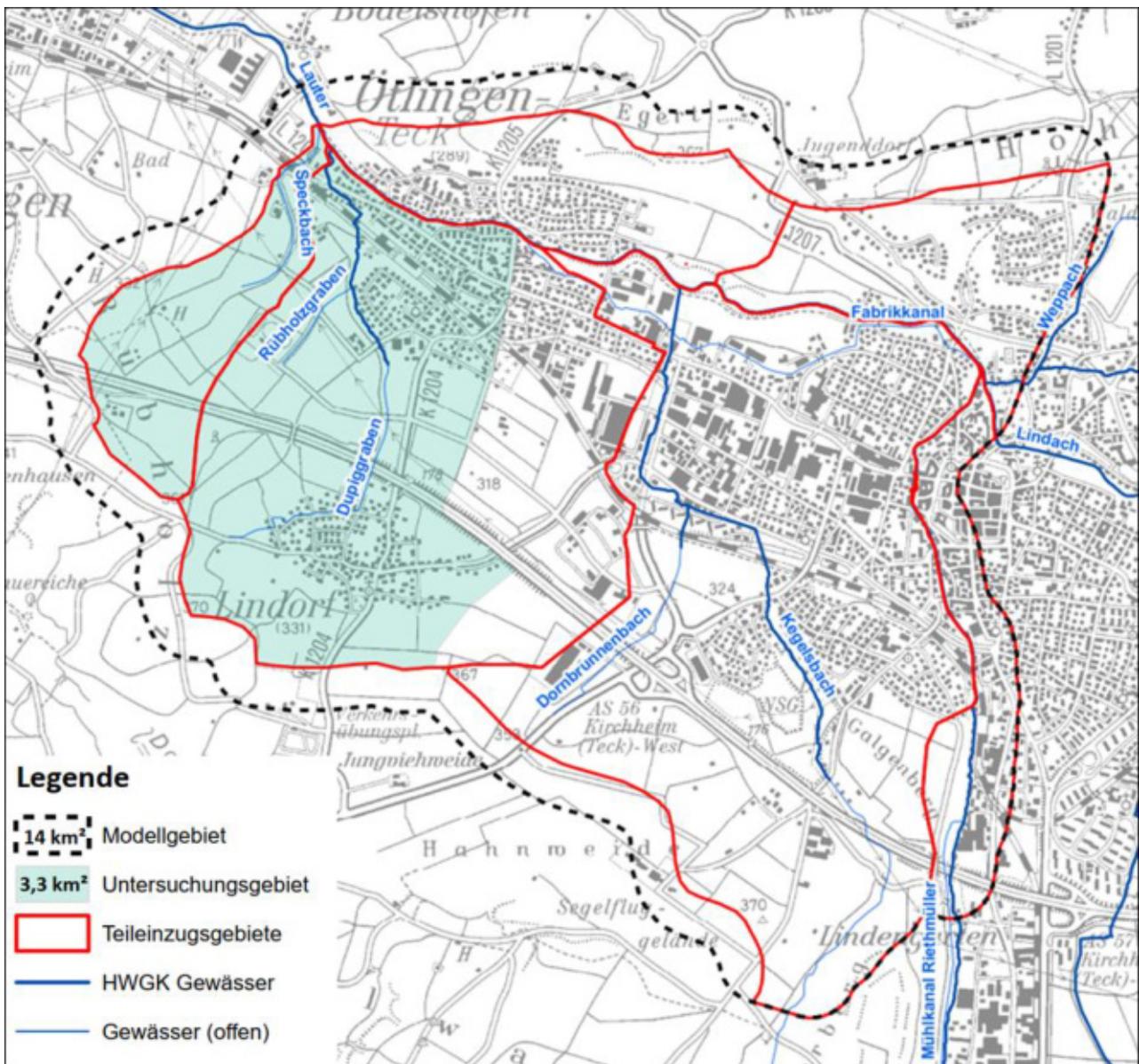
Das kommunale Handlungskonzept ist gemeinsam mit den verschiedenen kommunalen Akteuren zu entwickeln. Der Entwicklungsprozess ist fachlich und organisatorisch zu begleiten. Das Handlungskonzept ist inhaltlich und redaktionell auszuarbeiten.

## 2 Gebietsbeschreibung

### 2.1 Modell- und Untersuchungsgebiet

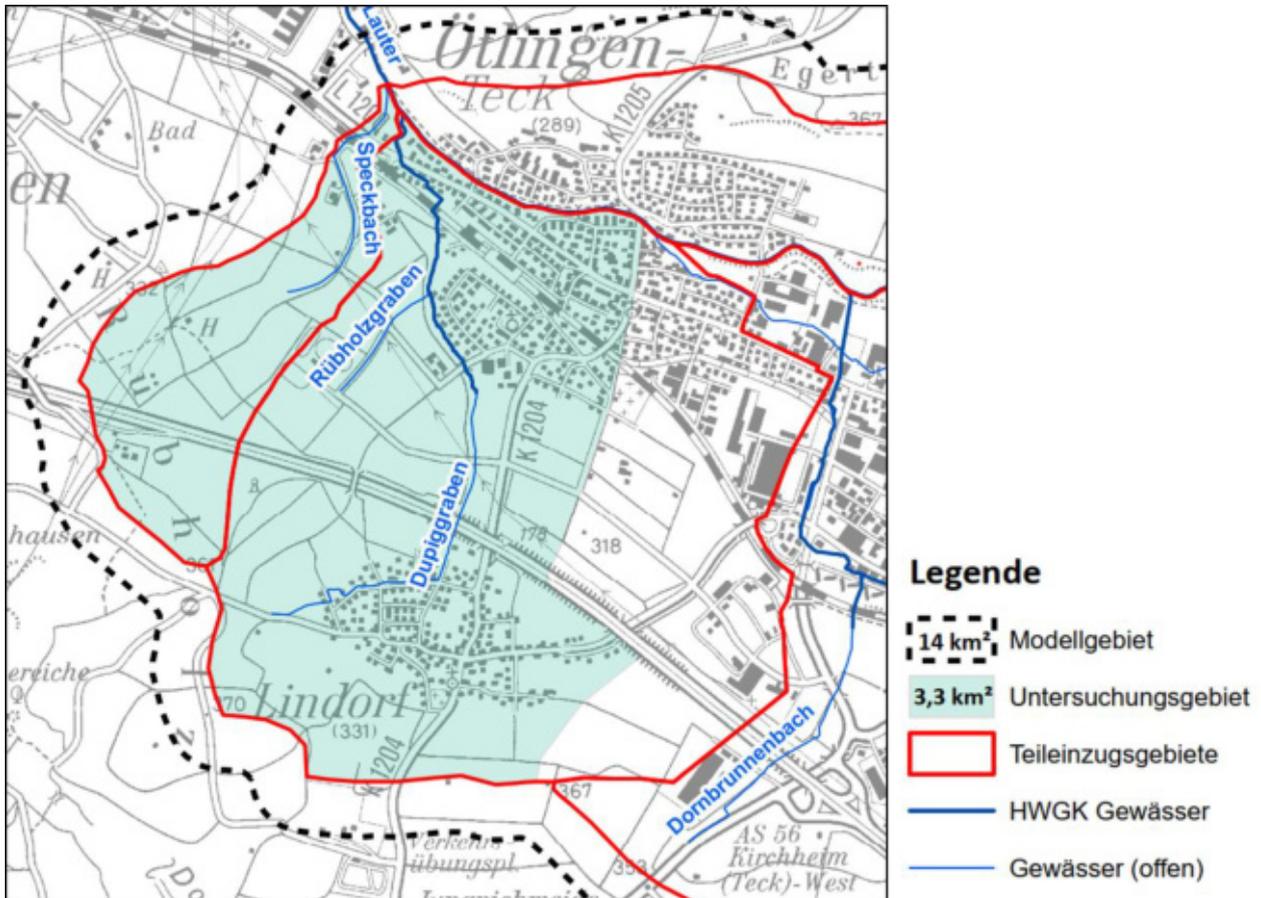
Gemäß dem Landesleitfaden (LUBW, 2016) muss das Modellgebiet der Starkregenuntersuchung das gesamte Einzugsgebiet beinhalten, dessen Oberflächenabfluss das betrachtete Siedlungsgebiet direkt oder indirekt gefährdet.

Da die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs einen stark urban geprägten Raum beinhalten, wurde das Modellgebiet (14 km<sup>2</sup>) für die vorliegende Untersuchung deutlich größer gewählt als das eigentliche Untersuchungsgebiet (3,3 km<sup>2</sup>). Somit konnte ausgeschlossen werden, dass Fließwege im urbanen Bereich nicht erfasst werden. Das Modellgebiet ist in Abbildung 2.1 dargestellt.



**Abbildung 2.1** Modellgebiet für die vorliegende Starkregenuntersuchung

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs und ist 3,3 km<sup>2</sup> groß (Abbildung 2.2). Der Dupiggraben ist innerhalb der Ortslage Lindorf als AWGN-Gewässer definiert. Ab dem Ortseingang Ötlingen wird der Dupiggraben als HWGK-Gewässer bezeichnet. Zudem liegen die AWGN-Gewässer Rübholzgraben und Speckbach im Untersuchungsgebiet vor.



**Abbildung 2.2** Definiertes Untersuchungsgebiet für die vorliegende Starkregenuntersuchung

Das gesamte Untersuchungsgebiet liegt zwischen 276 und 380 m+NHN. Die Hauptlandnutzungsklassen setzen sich aus Ackerland (25,4 %), Wald (20,8 %), Grünland (19,4 %) und Siedlungsflächen (16,5 %) zusammen (vgl. Kapitel 3.4).

## 2.2 Ausgangslage und Beauftragung

Die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs in der Stadt Kirchheim unter Teck waren in den vergangenen Jahren (z. B. im Juni 2018) wiederholt von Hochwasserereignissen betroffen, die zu Schäden an Gebäuden und Infrastruktur geführt haben. Hochwasserschäden können nicht nur durch Überlastungen der Gewässer auftreten. Auch sogenanntes wild abfließendes Wasser (Hangwasser) kann zu massiven Überflutungen führen (vgl. Kapitel 1). Da Starkregenereignisse eine sehr kurze Vorwarnzeit haben und der Bevölkerung in der Regel sehr wenig Zeit bleibt sich auf ein solches Ereignis vorzubereiten, ist es umso wichtiger Vorsorge zu treffen.

Daher hat die Stadt Kirchheim unter Teck das Ingenieurbüro WALD + CORBE für die Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse sowie Entwicklung eines Handlungskonzeptes zu starkregenbedingten Überflutungen im Bereich der Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs beauftragt. Die vorliegende Starkregenuntersuchung für die oben genannten Einzugsgebiete wurde gemäß dem Leitfaden der LUBW (2016) und den darin vorgegebenen methodischen Standards durchgeführt (vgl. Kapitel 1).

### **3 Datengrundlagen**

Die im Folgenden aufgeführten Daten bilden die Grundlage der modellgestützten hydraulischen Gefährdungsanalyse zu starkregenbedingten Überflutungen im Bereich des Untersuchungsgebietes. Die Daten wurden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) bereitgestellt. Ergänzende, ortsspezifische Daten, die später für die Risikoanalyse verwendet wurden, hat die Stadt Kirchheim unter Teck zur Verfügung gestellt.

#### **3.1 Topografie (HydTERRAIN/DGM)**

Das von der LUBW zur Verfügung gestellte hydraulisch relevante Terrain, das sogenannte HydTERRAIN, bildet die Grundlage für die hydraulischen Berechnungen. Im HydTERRAIN sind die hydraulisch relevanten Geländestrukturen in Gewässernähe aus den Hochwassergefahrenkarten (HWGK) enthalten. In den restlichen Bereichen basiert das HydTERRAIN auf den Laserscandaten des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL).

Für das Untersuchungsgebiet wurden die Daten der Laserscanbefliegungen von März 2016 bis März 2017 erhoben, diese haben eine Auflösung von 8 Punkten pro m<sup>2</sup>. Seitdem wurden verschiedene bauliche Veränderungen durchgeführt. Im Zuge von Ortsbegehungen wurden die hydraulisch relevanten Veränderungen ermittelt (Kapitel 3.10) und im Geländemodell ergänzt. Die vorgenommenen Modifikationen am Geländemodell sind in Kapitel 5.1 zusammengefasst.

#### **3.2 Zusätzliche Vermessungen/Geländeaufnahmen**

Im Zuge der Starkregenuntersuchung wurden keine zusätzlichen Vermessungen durch einen Vermessungstrupp durchgeführt. Es wurden jedoch die vorgenommenen Modifikationen am Geländemodell während Ortsbegehungen mit einem Zollstock vermessen. Auf dieser Grundlage konnte das Geländemodell in mehreren Bereichen angepasst werden (Kapitel 5.1).

#### **3.3 Angaben zur Ortsentwässerung**

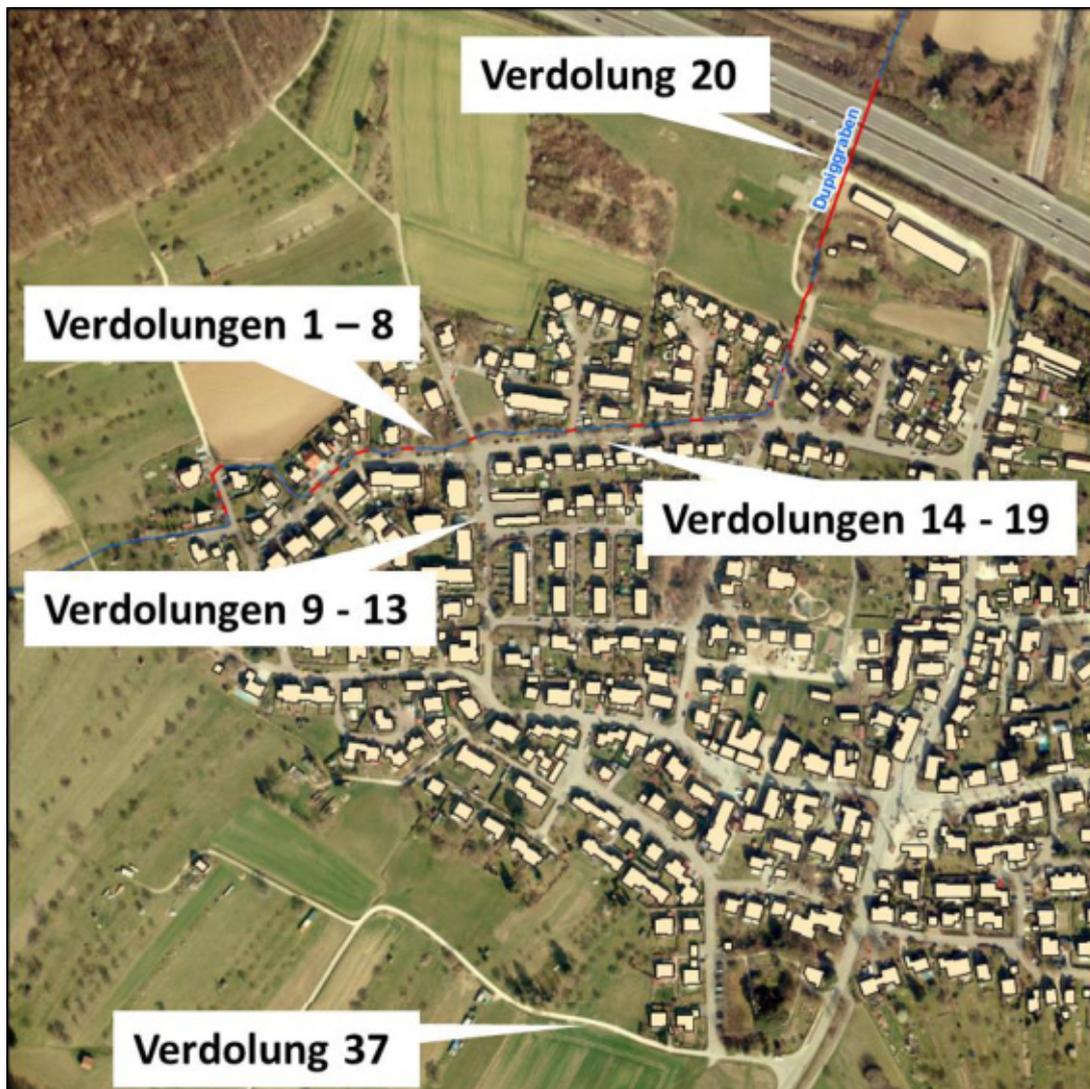
##### **3.3.1 Kanalnetz**

Es wird bei Starkregenuntersuchungen davon ausgegangen, dass bei einem Starkregenereignis das Kanalnetz überlastet ist. Nachfolgend wurde das Kanalnetz bei allen drei nachgerechneten Starkregenszenarien als nicht abflusswirksam angesetzt.

### 3.3.2 Verdolungen und Durchlässe

Im Untersuchungsgebiet gibt es eine Vielzahl an Verdolungen (Abbildung 3.1 bis Abbildung 3.3)

Der Dupiggraben führt als Gewässer durch die Ortschaft Lindorf (Abbildung 3.1). Aufgrund von mehreren Hauszufahrten und Straßenquerungen liegt der Dupiggraben teilweise verdolt vor (Verdolungen 1 bis 8 und Verdolungen 14 bis 19). Ein Graben entwässert parallel zur Straße „Rote Morgen“ in Richtung Dupiggraben (Verdolungen 9 bis 13). Unterhalb der Autobahn A8 liegt der Dupiggraben ebenfalls verrohrt vor (Verdolung 20). Zusätzlich wurde die Verdolung 37 im Krummgässle bei der Ortsbegehung aufgenommen.



**Abbildung 3.1** Übersichtskarte der Verdolungen im Ortsteil Lindorf

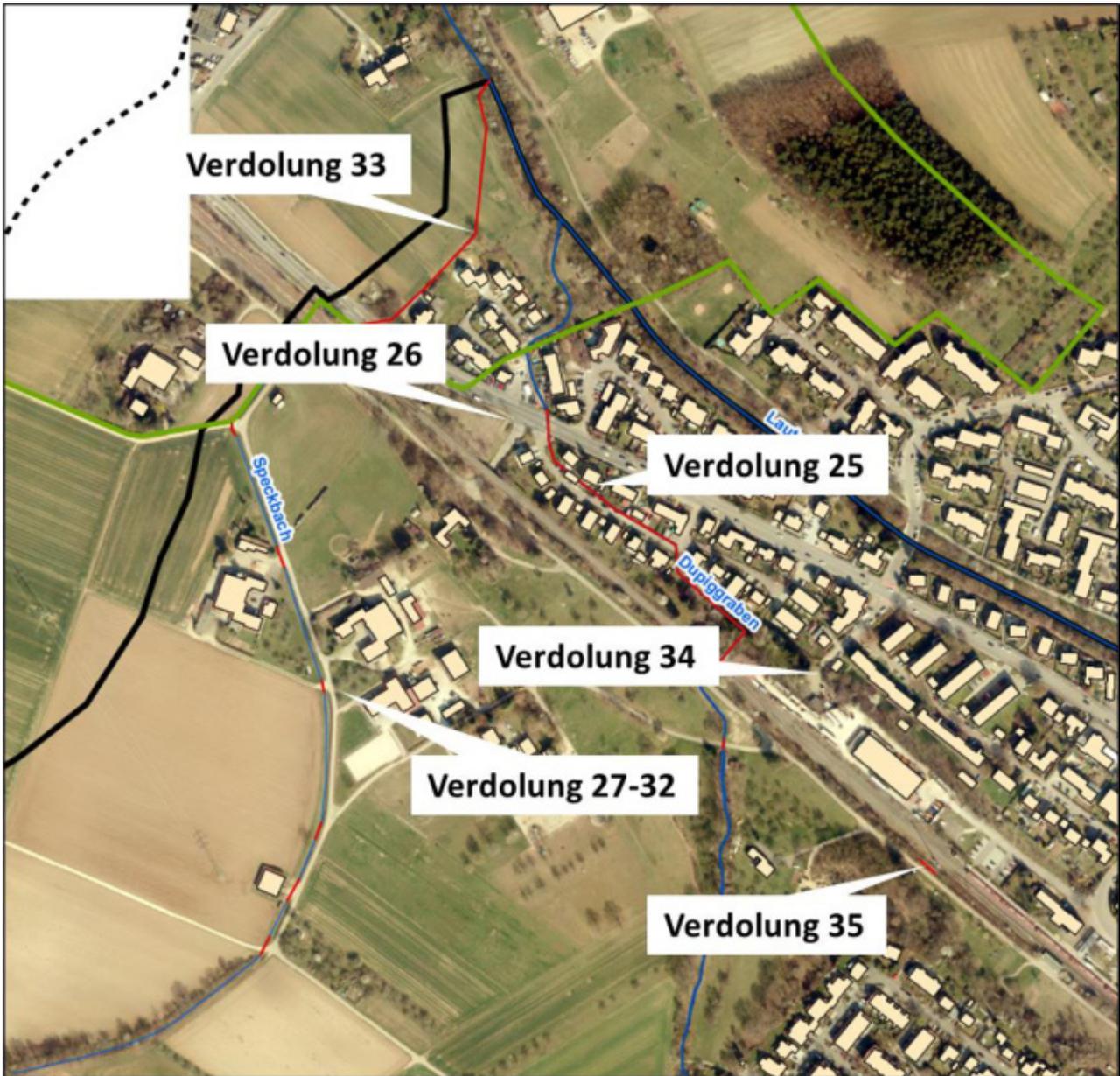
Unterhalb der Ortschaft Lindorf befinden sich im Außengebiet weitere Verdolungen des Dupiggrabens (Verdolungen 21 bis 24), welche bei den Ortsbegehungen aufgenommen wurden (Abbildung 3.2).



**Abbildung 3.2** Übersichtskarte der Verdolungen des Dupiggrabens im Außengebiet

Innerhalb der Ortslage Ötlingen liegt der Dupiggraben verdolt vor (Verdolung 25 in Abbildung 3.3). Zudem liegt ein Entlastungskanal des Dupiggrabens vor (Verdolung 26 in Abbildung 3.3).

Der Speckbach liegt teilweise verdolt vor (Verdolungen 27 bis 33). Weiterhin wurden bei der Ortsbegehung im Bereich von Gräben die Verdolungen 34 und 35 aufgenommen.



**Abbildung 3.3** Übersichtskarte der Verdolungen des Speckbachs und im Ortsteil Ötlingen

Die Verdolungen sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Die Berücksichtigung der Verdolungen im Modell ist in Kapitel 5.2 näher beschrieben.

**Tabelle 3.1** Verdolungen im Untersuchungsgebiet

Gewässer	Name
Dupiggraben	Verdolungen 1 - 8

Graben 1	Verdolungen 9 - 13
	Verdolungen 14 - 19
	Verdolung 20
Dupiggraben	Verdolungen 21 - 24
	Verdolung 25
	Verdolung 26
Speckbach	Verdolungen 27 - 32
	Verdolung 33
Graben 2	Verdolung 34
Graben 3	Verdolung 35
Graben 4	Verdolung 37

### 3.4 Landnutzung (ALKIS)

Auf Basis des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) wurden die Landnutzungsclassen für das Untersuchungsgebiet bestimmt. Diese dienen als Grundlage für die Rauheitswerte (Kapitel 4.2). In Tabelle 3.2 sind die Landnutzungen mit den zugehörigen Flächenanteilen für das Untersuchungsgebiet angegeben. Die Landnutzungsclassen Ackerland weist den größten Flächenanteil auf (25,4 %). Die Classen Gewerbegebiet und Gewässer machen mit ca. 1,0 % bzw. 0,3 % nur einen geringen Teil der Gesamtfläche aus.

**Tabelle 3.2** Landnutzung im Untersuchungsgebiet sortiert nach Flächenanteilen

Nutzungsclassen	Flächenanteil [%]
Ackerland	25,4
Wald	20,8
Grünland	19,4
Siedlung	16,5
Straßen	7,8
Dachflächen	5,0
Wege	3,8
Gewerbegebiet	1,0
Gewässer	0,3
<b>SUMME</b>	<b>100</b>

### 3.5 Gebäudebestand (ALKIS)

Neben den topografischen Verhältnissen spielt die Bebauung für die hydraulische Simulation der Abflussvorgänge in innerörtlichen Bereichen eine entscheidende Rolle. Diese wurde aus den ALKIS-Daten abgeleitet und in das Modellnetz integriert.

Der Gebäudebestand hat sich in den letzten Jahren durch verschiedene bauliche Maßnahmen verändert. Auf Grundlage der durchgeführten Ortsbegehungen wurden zahlreiche fertiggestellte Neubauten ergänzt. Im Bau befindliche Gebäude wurden im Modell nicht berücksichtigt, da die genaue Lage und Größe nicht bekannt war.

### 3.6 Gewässernetz

#### 3.6.1 HWGK-Gewässer

Eine Sonderstellung in der Starkregenmodellierung nehmen im Regelfall die HWGK-Gewässer ein (LUBW, 2016). Ergänzend zu den Vorgaben im „Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ wurde vom Land eine „Checkliste für das Abstimmungs- und Startgespräch“ veröffentlicht. Diese Checkliste verweist auf das Papier „Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse des Starkregenrisikomanagements“. Gemäß diesem Papier sollen HWGK-Gewässer als unbegrenzt leistungsfähig modelliert werden, um keine zur HWGK konkurrierenden Überflutungskarten zu generieren. Eine hydraulische Überlastung der HWGK-Gewässer findet bei Starkregenuntersuchungen daher in der Regel nicht statt.

Im vorliegenden Untersuchungsgebiet befinden sich die HWGK-Gewässer Dupiggraben und Lauter. Abweichend von der Standard-Vorgehensweise wurde das HWGK-Gewässer Dupiggraben nicht unendlich leistungsfähig simuliert, sondern realgetreu in das Modell eingebaut. Dies wurde mit der Stadt Kirchheim unter Teck und mit dem Landratsamt Esslingen abgestimmt. Grund dafür ist, dass im Untersuchungsgebiet die oberflächlichen Zuflüsse aus dem Außengebiet sehr diffus und zum Teil auch abseits des Gewässers verlaufen. Zudem wurde im Gebiet aufgrund von bereits aufgetretenen Hochwasser-Problemen der Dupiggraben als HWGK-Gewässer behandelt, obwohl dieser klassischerweise aufgrund des kleinen Einzugsgebietes nicht als solches eingeordnet wird. Die Akzeptanz der Bevölkerung für die Starkregengefahrenkarten wird durch diese Vorgehensweise wesentlich erhöht.

#### 3.6.2 AWGN-Gewässer

Das Amtliche Digitale Wasserwirtschaftliche Gewässernetz (AWGN) berücksichtigt alle Gewässer mit einer Länge größer 500 Meter. Das Untersuchungsgebiet wird im Wesentlichen von den AWGN-Gewässern Dupiggraben, Rübholzgraben und Speckbach durchflossen (vgl. Kapitel 2.1 und Kapitel 3.3.2), deren Geometrie

durch das DGM berücksichtigt wird. Wenn in den Simulationsrechnungen die Leistungsfähigkeit überschritten wird, kommt es zu Überlastungen und einem breitflächigen Abfluss über das angrenzende Gelände.

### 3.6.3 Weitere Gräben

Alle anderen im Untersuchungsraum vorkommenden Gewässer, Gräben, etc. werden mit ihrer tatsächlichen Geometrie (DGM) möglichst realistisch im Modell nachgebildet. Wird in den Simulationsrechnungen die Leistungsfähigkeit überschritten, so kommt es auch hier zu Überlastungen und einem breitflächigen Abfluss über das angrenzende Gelände.

## 3.7 Vorhandene Schutzeinrichtungen

Nach dem „Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ soll die Wirkung von Rückhaltungen, die auf Wiederkehrzeiten  $\geq 20$  a ausgelegt sind, in den 2D-Simulationsrechnungen nachgebildet werden. Im Untersuchungsgebiet liegen keine Hochwasserrückhaltebecken vor.

## 3.8 Oberflächenabflusskennwerte (OAK)

Die Oberflächenabflusskennwerte (OAK) wurden für ganz Baden-Württemberg nach einem einheitlichen Verfahren von der Universität Freiburg erstellt. Um den aus einem Starkregenereignis resultierenden Oberflächenabfluss festlegen zu können, werden spezielle Kombinationen aus Niederschlag, Vorfeuchte, Bodeneigenschaften und Bodennutzung betrachtet. Als Starkregenereignisse werden hierfür die Niederschlagshöhen gewählt, welche der Dauerstufe 1 Stunde entsprechen und die sich an den Auftretenswahrscheinlichkeiten von 30 und 100 Jahren sowie einem gewählten extremen Ereignis orientieren. Hieraus ergeben sich die folgenden drei Szenarien (LUBW, 2016):

- Ein seltenes Ereignis, welches durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1h) mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem seltenen Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Abflussszenario sind Anlagen der Stadtentwässerung i. d. R. überlastet und Überflutungen in der Fläche treten auf.
- Ein außergewöhnliches Ereignis, welches durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1h) mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem außergewöhnlichen Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Abflussszenario können weite Bereiche überflutet werden.
- Ein extremes Ereignis, welches durch ein extremes Niederschlagsereignis (128 mm in 1 Stunde) generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem extremen Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Szenario treten großflächige Überflutungen auf.

Aufgrund der Kombination von unterschiedlichen Modellparametern kann den Ergebnissen aus der Simulation der Oberflächenabflussszenarien keine statistische Auftretenswahrscheinlichkeit oder Jährlichkeit zugeordnet werden.

Den drei betrachteten Starkregenszenarien (selten, außergewöhnlich und extrem) wurden Oberflächenabflusskennwerte (OAK; 1 x 1 m Raster, Ereignisdauer 1 Stunde, zeitliche Auflösung 5 Minuten), die von der LUBW zur Verfügung gestellt wurden, als hydro-meteorologische Belastungsgrößen (Effektivniederschläge) zugrunde gelegt.

Die rasterbezogenen OAK können in HYDRO\_AS-2D nicht direkt eingelesen werden. Es erfolgt zunächst eine automatisierte Übertragung der Rasterkennwerte auf die jeweiligen Netzknoten des Dreiecksgitters. Bei der räumlichen Zuordnung der konvertierten rasterbezogenen OAK zu den Netzknoten wurde der Oberflächenabfluss auf allen Netzknoten (auch auf Dachflächen) berücksichtigt. Der auf Dachflächen gefallene Effektivniederschlag fließt dem umliegenden Gelände zu, was sich aus der Annahme überlasteter Regenentwässerungen während eines Starkregenereignisses ergibt.

### **3.9 Hochwassergefahrenkarte (HWGK)**

Bei der Bereitstellung der Daten von der LUBW wurden Überflutungstiefen und Wasserspiegellagen der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) für die Ereignisse HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>50</sub>, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>Extrem</sub> mitgeliefert. Zur Ermittlung der Gefahren aus Flusshochwasser (Kapitel 10.5) wurde ein Abgleich der Starkregengefahrenkarten und der Hochwassergefahrenkarten vorgenommen. Die Ergebnisse aus den SRGK und aus den HWGK wurden in den Anlagen B.3.1 und B.3.2 gemeinsam dargestellt.

### **3.10 Ortsbegehungen**

Zur Plausibilisierung der Fließwege, Aufnahme wichtiger abflussrelevanter Hindernisse und Durchlassstrukturen sowie Optimierung der Ergebnisse aus den ersten Rechenläufen wurden neuralgische Bereiche des Untersuchungsgebietes durch eine Ortsbegehungen am 16.06.2020 und 09.07.2020 in Augenschein genommen und mit Fotos dokumentiert. Anhand der gesammelten Informationen wurden gezielt abflussrelevante Hindernisse identifiziert und später in das HydTERRAIN eingearbeitet (Kapitel 5.1). Am 23.02.2021 fand eine Besprechung zur Gefährdungs- und Risikoanalyse statt. Weiterhin wurde im Zuge dieser Besprechung das Handlungskonzept und somit mögliche HWS-Maßnahmen abgestimmt. Am 19.05.2021 fanden vier Objektbegehungen statt. Dabei wurden die festgelegten Risikoobjekte Altenbegegnungsstätte (RO-Nr.2), Eduard-Mörrike-Schule (RO-Nr.7 und RO-Nr.10) und Freiwillige Feuerwehr / Bürgerhaus Lindorf (RO-Nr.20/21) mit Fotos dokumentiert. Auf dieser Grundlage wurden die Risikosteckbriefe ausgearbeitet. Des Weiteren wurden Informationen und Erfahrungswerte genutzt, die bei der Stadt Kirchheim unter Teck vorlagen.

### **3.11 Risikoobjekte**

Von der Stadt Kirchheim unter Teck wurden mögliche Risikoobjekte im Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt. Diese wurden anhand der Starkregen Gefahrenkarten auf Betroffenheit geprüft (Kapitel 10) und entsprechend in die Karten mit aufgenommen.

## 4 Eingesetzte hydraulische Modellsoftware

### 4.1 Modellsoftware

Für die hydrodynamisch-numerische Modellierung der Überflutung infolge von Starkregenereignissen wurde das Modell HYDRO\_AS-2D (HYDROTEC/NUJIĆ, 2018) mit der Modellversion 5.2.2 verwendet. Dabei wurde bei den Entwurfsrechenläufen das 1 Step Berechnungsmodul verwendet (vereinfachtes Diskretisierungsverfahren; kürzere Rechenzeiten) und bei den abschließenden Rechenläufen das 2 Step Berechnungsmodul (längere Rechenzeiten; wird bei hoch instationären Berechnungen vom Hersteller empfohlen).

HYDRO\_AS-2D ist ein hydraulisches, zweidimensionales Strömungsmodell. Der Berechnungsansatz der Software basiert auf den vollwertigen zweidimensionalen Flachwassergleichungen die mittels Finite-Volumen-Methode diskretisiert werden und liefert somit in Bezug auf die Berechnungsergebnisse eine hohe Genauigkeit. Das Strömungsmodell HYDRO\_AS-2D wurde ursprünglich schwerpunktmäßig für die Berechnung von Dambrüchen und zur Flutwellenausbreitung entwickelt, kann jedoch genauso für die allgemeine zweidimensionale Strömungssimulation eingesetzt werden. HYDRO\_AS-2D wird in mehreren Bundesländern standardmäßig für die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten verwendet.

Die Geländeoberfläche mit allen Gebietsstrukturen (z. B. Gräben, Dämme, Hangflächen) wird durch ein Berechnungsnetz abgebildet. Prinzipiell kann dieses entweder aus Dreiecks- oder aus Rechteckselementen aufgebaut werden. Zur räumlichen Diskretisierung des Untersuchungsgebietes wurde ein unstrukturiertes Dreiecksnetz eingesetzt. Das Modell für das Untersuchungsgebiet besteht aus ca. 2,3 Millionen Berechnungsknoten, welche ein Netz mit ca. 4,6 Millionen Dreieckselementen aufspannen.

Zur Erstellung des Berechnungsnetzes wurde das auf HYDRO\_AS-2D abgestimmte Netzerstellungsprogramm LASER\_AS-2D (HYDROTEC/NUJIĆ, 2017) eingesetzt. Das Programm dient dazu, die zur Verfügung gestellten DGM-Höhendaten im Sinne einer besseren Handhabung und geringerer Rechenzeiten ohne wesentlichen Datenverlust auszudünnen und in ein geeignetes Berechnungsgitter zu überführen. Auch LASER\_AS-2D wird in mehreren Bundesländern standardmäßig für die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten eingesetzt.

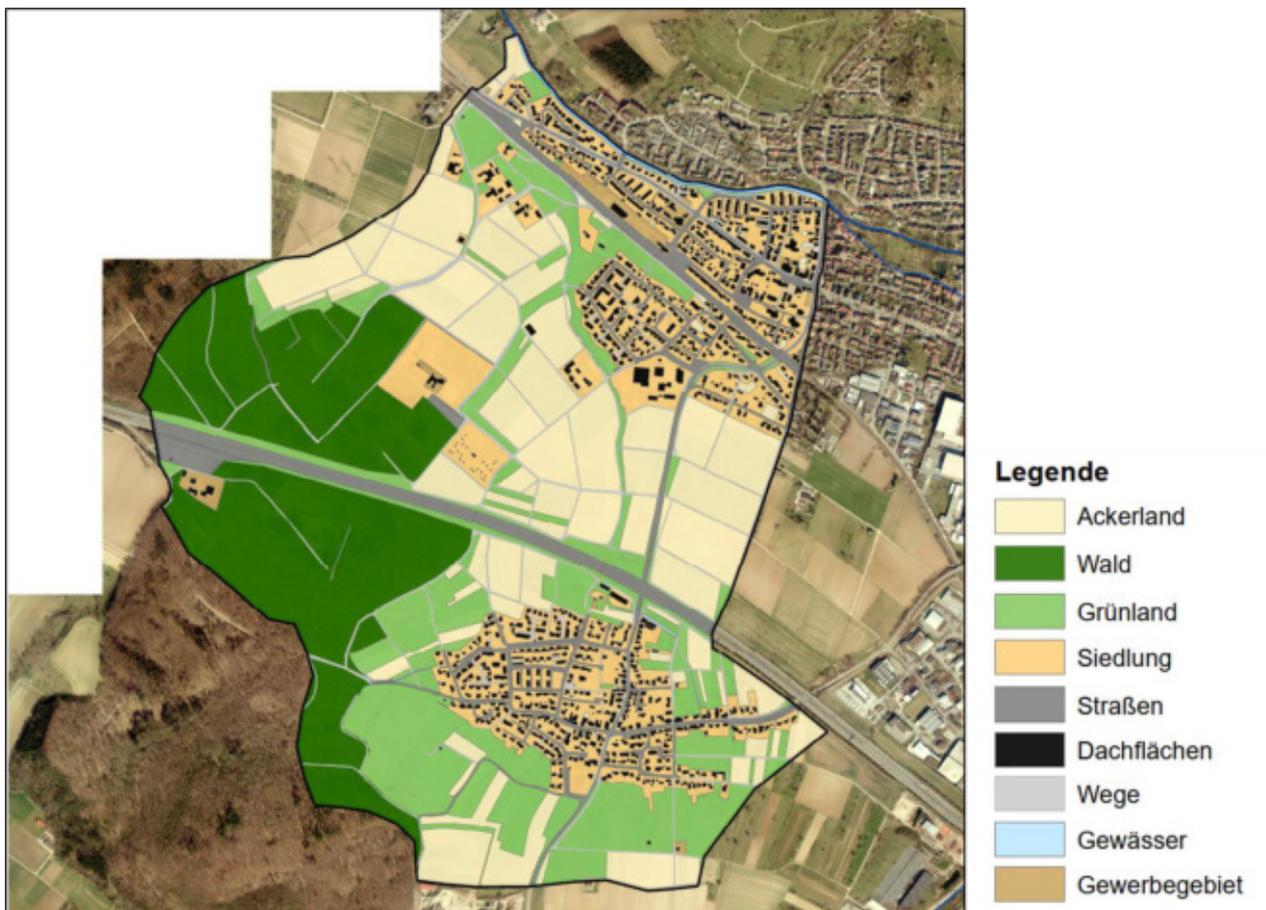
Für die hydraulischen Berechnungen wurde aus dem hydraulisch relevanten Terrain (HydTERRAIN) mit eingearbeitetem Gewässerbett ein digitales Geländemodell im Rasterformat mit einer Auflösung von 0,5 x 0,5 m abgeleitet (HydDGM). Dieses wurde im Zuge des Preprocessing mit Hilfe der Software LASER\_AS-2D aufbereitet. Auf diese Weise konnte ein für HYDRO\_AS-2D geeignetes unstrukturiertes, trianguliertes Berechnungsnetz erzeugt werden, welches die topografischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet abbildet. Bei der Modellerstellung wurden nur geringe Höhenabweichungen vom ursprünglichen HydTERRAIN zugelassen und geringe Knotenabstände gewählt. Auf diese Weise wurde bei der Verarbeitung der Höhendaten sichergestellt, dass im Berechnungsgitter sämtliche wesentliche Geländestrukturen erhalten bleiben und somit gegenüber dem originalen HydTERRAIN keine signifikanten Qualitätseinbußen zu erwarten sind. Zudem konnte auch sichergestellt werden, dass alle abflussrelevanten Bauwerksstrukturen ausreichend detailliert abgebildet werden.

Meteorologische Antriebsgröße der Überflutungssimulation sind Effektivniederschläge (Kapitel 3.8). Es handelt sich um Oberflächenabflüsse (für drei Szenarien), die aus einem 1-stündigen Niederschlagsereignis entstehen. Die hydraulischen Berechnungen wurden zweidimensional und instationär durchgeführt.

## 4.2 Rauheitsansatz und gewählte Rauheitswerte

Die flächendeckende Zuweisung von Rauheitswerten erfolgte über die in den ALKIS-Daten für das Untersuchungsgebiet ausgewiesenen Landnutzungen. Diese wurden in 9 Kategorien (Abbildung 4.1, Anlage A.2.1) unterteilt. Auf diese Weise konnten den Flächen, abhängig von der vorliegenden Nutzungsklasse, konstante oder wasserstandsabhängige Rauheiten zugewiesen werden.

Im Zuge des Modellaufbaus für HYDRO\_AS-2D wurden sämtliche Straßenzüge und Wege, die innerorts wichtige Fließwege bilden, separat abgegrenzt und mit entsprechend glatten Rauheitswerten versehen.



**Abbildung 4.1** Räumliche Verteilung der Landnutzung zur Zuordnung von Rauheitswerten für das Untersuchungsgebiet

Tabelle 4.1 zeigt die zugehörigen Rauheitswerte und die Flächenanteile für die verschiedenen Landnutzungsklassen im Untersuchungsgebiet. Für Straßen, Dachflächen, Wege und Gewässer wurden konstante

Werte angenommen. Bei den Klassen Ackerland, Wald, Grünland, Siedlung und Gewerbegebiet, die gemeinsam ca. 83,1 % der Gesamtfläche ausmachen, kamen hingegen von der Überflutungshöhe abhängige Rauheitsverläufe zur Anwendung. Hierbei wird zwischen den Stützstellen mit zunehmender Wassertiefe ein ansteigender linearer Verlauf der Rauheitsbeiwerte angenommen.

**Tabelle 4.1** Wassertiefenabhängige Zuordnung von Rauheitswerten ( $k_{st}$ -Werte) zur Landnutzung mit zugehörigen Flächenanteilen für das Untersuchungsgebiet

Nutzungsklasse	$k_{st}$ -Wert [ $m^{1/3}/s$ ]	Wassertiefe [m]	Flächenanteil [%]
Ackerland	13,0	< 0,02	25,4
	20,0	≥ 0,10	
Wald	3,0	< 0,02	20,8
	10,0	≥ 0,10	
Grünland	8,0	< 0,02	19,4
	20,0	≥ 0,10	
Siedlung	6,0	< 0,02	16,5
	16,0	≥ 0,10	
Straßen	40,0	-	7,8
Dachflächen	50,0	-	5,0
Wege	30,0	-	3,8
Gewerbegebiet	6,0	< 0,02	1,0
	18,0	≥ 0,10	
Gewässer	25,0	-	0,3

## 5 Modellaufbau

### 5.1 Modifikationen am Geländemodell (Feinabstimmung)

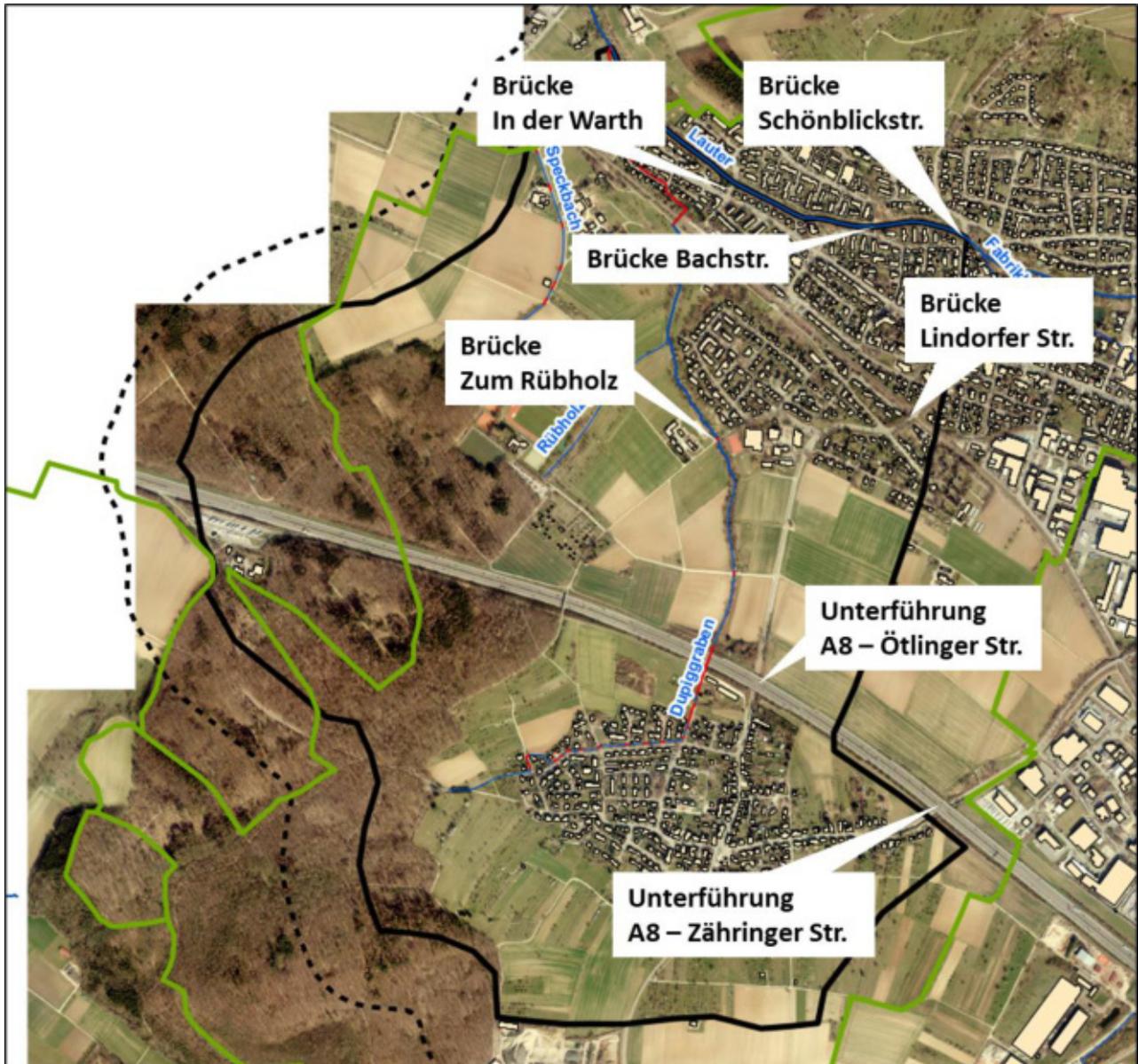
Seit den Laserscanbefliegungen (März 2016 bis März 2017) wurden im Untersuchungsgebiet verschiedene bauliche Veränderungen (Neubebauung, Geländeauffüllung, Wegebau, ...) durchgeführt. Das HydTERRAIN wurde im Zuge mehrerer Ortsbegehungen überprüft und die ermittelten abflussrelevanten Hindernisse und Durchlassstrukturen sowie Geländeänderungen eingearbeitet (Tabelle 5.1).

**Tabelle 5.1** Modifikationen am Geländemodell (HydTERRAIN) im Untersuchungsgebiet

Struktur	Bereich	Quelle	Stand
Unterführungen	A8 – Ötlinger Straße	Ortsbegehung	16.06.2020
	A8 – Zähringer Straße	Ortsbegehung	19.05.2021
Brücken	In der Warth	Ortsbegehung	09.07.2020
	Bachstraße	Ortsbegehung	09.07.2020
	Schönblickstraße	Ortsbegehung	19.05.2021
	Zum Rübholz	Ortsbegehung	19.05.2021
	Lindorfer Straße	Ortsbegehung	09.07.2020

*Hinweis: Im Modellgebiet wurden weitere Brücken entlang der Lauter und des Kegelesbachs in das HydTERRAIN eingebaut, um Fließwege korrekt abbilden zu können. Zudem wurde eine Unterführung der A8 an der Klaus-Holighaus-Straße in das HydTERRAIN eingebaut.*

In Abbildung 5.1 sind die Modifikationen für das Untersuchungsgebiet dargestellt. Es wurden zwei Unterführungen und fünf Brücken in das Modell eingebaut.



**Abbildung 5.1** Übersichtskarte der Modifikationen am Geländemodell (HydTERRAIN)

### 5.1.1 Unterführungen

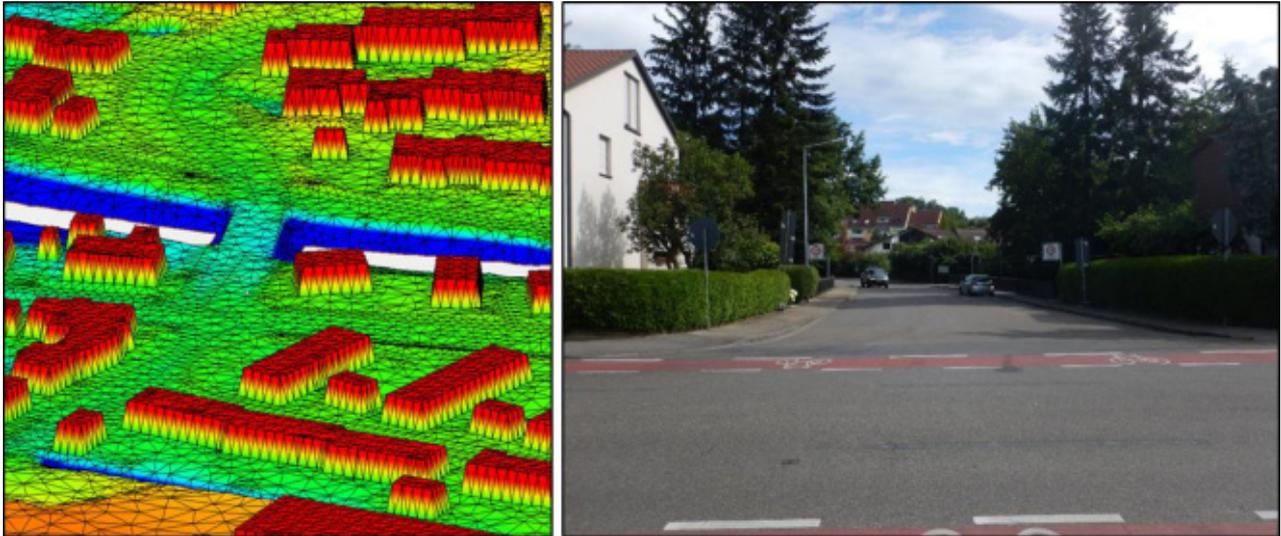
Im Untersuchungsgebiet wurden zwei Unterführungen in das Modell eingebaut (Abbildung 5.1). Die Unterführung der A8 im Bereich der Ötlinger Straße und die Unterführung der A8 im Bereich der Zähringer Straße (Abbildung 5.2). Unterführungen stellen im Starkregenfall wichtige Abflusswege dar.



**Abbildung 5.2** Unterführung der A8 im Bereich der Ötlinger Straße (links) und Unterführung der A8 im Bereich der Zähringer Straße (rechts)

### 5.1.2 Brücken

Die nachfolgenden fünf Straßenbrücken stellen im Starkregenfall einen wichtigen Abflusspfad dar (Abbildung 5.3 bis Abbildung 5.5). Da die Straßenbrücken im ursprünglichen HydTERRAIN aufgrund der HWGK-Gewässer Dupiggraben und Lauter sowie der Bahnlinie nicht enthalten waren, wurden diese entsprechend nachmodelliert.



**Abbildung 5.3** Brücke im Bereich „In der Warth“ über die Lauter – im Modell (links) und bei der Ortsbegehung am 09.07.2020 (rechts)



**Abbildung 5.4** Brücke im Bereich der Bachstraße (links) und Brücke im Bereich der Schönblickstraße über die Lauter (rechts)



**Abbildung 5.5** Brücke im Bereich „Zum Rübholz“ über den Dupiggraben (links) und Brücke im Bereich der Lindorfer Straße über die Bahnlinie (rechts)

## 5.2 Verklausungsansätze an Verdolungen und Durchlässen

Für die Nachbildung der Abflussverhältnisse während eines Starkregenereignisses können Brücken, Unterführungen, aber auch Verdolungen und Durchlässe entlang querender Dammbauwerke und Fließhindernisse eine wichtige Rolle spielen.

In HYDRO\_AS-2D können Durchlässe direkt im Modell nachgebildet und deren Wirkung einbezogen werden. Nach dem Landesleitfaden (LUBW, 2016) können Durchlässe und Verdolungen beim außergewöhnlichen und extremen Abflussereignis als verlegt und damit als nicht abflusswirksam angesetzt werden. Für das seltene Abflussereignis können Durchlässe und Verdolungen entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit in den 2D-Simulationsrechnungen angesetzt werden.

In der vorliegenden Starkregenuntersuchung wurden grundsätzlich keine Verdolungen kleiner gleich einem Durchmesser von 500 mm (DN 500) angesetzt.

Die Lage der Verdolungen 1 bis 37 ist in den Abbildung 3.1 bis Abbildung 3.3 dargestellt.

Die Verdolungen des Speckbaches (Verdolungen 27 - 33) wurden aufgrund der kleinen Durchmesser (DN500 bis DN600) nur für das seltene Ereignis angesetzt. Zudem liegen diese Verdolungen im Außengebiet und weisen somit eine erhöhte Verklausungsgefahr auf.

Für die Verdolung 34 im Bereich eines Grabens in der Ortslage Ötlingen wurde aufgrund der Gegebenheiten vor Ort für das außergewöhnliche und extreme Ereignis nur die halbe Querschnittsfläche angesetzt (Abbildung 5.6).



**Abbildung 5.6** Einlaufbereich der Verdolong 34 (Stand: Ortsbegehung am 09.07.2020)

Die Verdolong 37 wurde aufgrund eines räumlichen Rechens für das seltene, außergewöhnliche und das extreme Abflussereignis angesetzt, obwohl hier nur ein DN 500 vorliegt (geringe Verklauungsgefahr).



**Abbildung 5.7** Einlaufbereich der Verdolung 37 (Stand: Ortsbegehung am 16.06.2020)

Aufgrund der Durchmesser (i.d.R.  $\geq$  DN 800) wurden alle weiteren Verdolungen für das seltene, das außergewöhnliche und das extreme Abflussereignis angesetzt (Tabelle 5.2).

**Tabelle 5.2** Verdolungen im Untersuchungsgebiet und Berücksichtigung im Modell je Szenario

Gewässer	Name	Szenario
Dupiggraben	Verdolungen 1 - 8	SEL, AUS, EXT
Graben 1	Verdolungen 9 - 13	SEL, AUS, EXT
	Verdolungen 14 - 19	SEL, AUS, EXT
	Verdolung 20	SEL, AUS, EXT
Dupiggraben	Verdolungen 21 - 24	SEL, AUS, EXT
	Verdolung 25	SEL, AUS, EXT
	Verdolung 26	SEL, AUS, EXT
Speckbach	Verdolungen 27 - 32	SEL
	Verdolung 33	SEL
Graben 2	Verdolung 34	SEL / AUS, EXT (halbes A)
Graben 3	Verdolung 35	SEL, AUS, EXT
Graben 4	Verdolung 37	SEL, AUS, EXT

### 5.3 Berücksichtigung der Ortsentwässerung

Allgemein spielt die Ortsentwässerung bei Starkregenereignissen eine untergeordnete Rolle, da das Kanalsystem auf ein zwei- oder dreijährliches (Ortsbereich) bzw. fünfjährliches (Gewerbegebiet) Niederschlagsereignis ausgelegt ist. Daher wurde der Einfluss der Kanalisation auf das Hochwasserabflussgeschehen (Aufnahme von Wasser bzw. Wasseraustritt aus der Kanalisation) bei den betrachteten Szenarien nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich können nach dem Landesleitfaden (LUBW, 2016) besonders relevante Bauwerke bzw. Elemente der Ortsentwässerung und des Überflutungsschutzes (z. B. größere Rückhaltebecken, Hauptsammler, bekannte Hauptüberstauungspunkte, Notentlastungen), welche auch bei außergewöhnlichen oder extremen Starkregenereignissen noch Wasser aufnehmen können, in ihrer Wirkung im Modell vereinfacht nachgebildet werden. Im Falle des Untersuchungsgebietes liegen jedoch keine solchen Bauwerke vor, sodass entsprechend keine Elemente der Ortsentwässerung berücksichtigt wurden.

## 5.4 Modifikationen an den OAK

Die derzeit von der LUBW zur Verfügung gestellten OAK basieren auf Versiegelungsdaten aus dem Jahr 2008 und Landnutzungsdaten aus dem Jahr 2006. Seit der Grundlagenerhebung der OAK hat sich im Untersuchungsgebiet die Landnutzung/Versiegelung durch Neubebauungen z.B. im Bereich des Wohngebietes Stegleswiesen verändert (Abbildung 5.8).

Das RP Tübingen hat im Dezember 2019 einen Hinweis 3 „Empfehlungen für die Übertragung von OAK-Werten“ (RP Tübingen, 2/2019) veröffentlicht. Bei den Modifikationen an den OAK wurden die Empfehlungen aus Hinweis 3 des RP Tübingen berücksichtigt.

Die OAK-Werte zur Übertragung auf vollversiegelte Flächen wurden aus dem Kernbereich der vorhandenen vollversiegelten Flächen abgeleitet (Abbildung 5.8: die schwarze 6 befindet sich auf neuen vollversiegelten Flächen und die rote 6 befindet sich auf bereits vorhandenen vollversiegelten Flächen).

Für nicht von Gebäuden und Verkehrswegen bebaute Flächen wurde eine Übertragung von OAK-Werten benachbarter Flächen im Siedlungsgebiet verwendet, welche eine ähnliche Struktur besitzen. Für die Übertragung der OAK-Werte wird in diesem Fall ein Mittelwert gebildet, der sich anhand der OAK um die Gebäude der alten Siedlungsflächen ergibt (Abbildung 5.8: die schwarze 7 befindet sich auf neuen nicht vollversiegelten Flächen und die rote 7 befindet sich auf bereits vorhandenen nicht vollversiegelten Flächen).



**Abbildung 5.8** Vorgehensweise der Modifikationen an den OAK im Bereich des Wohngebietes Stegleswiesen

## 5.5 Berücksichtigung von Dachflächen

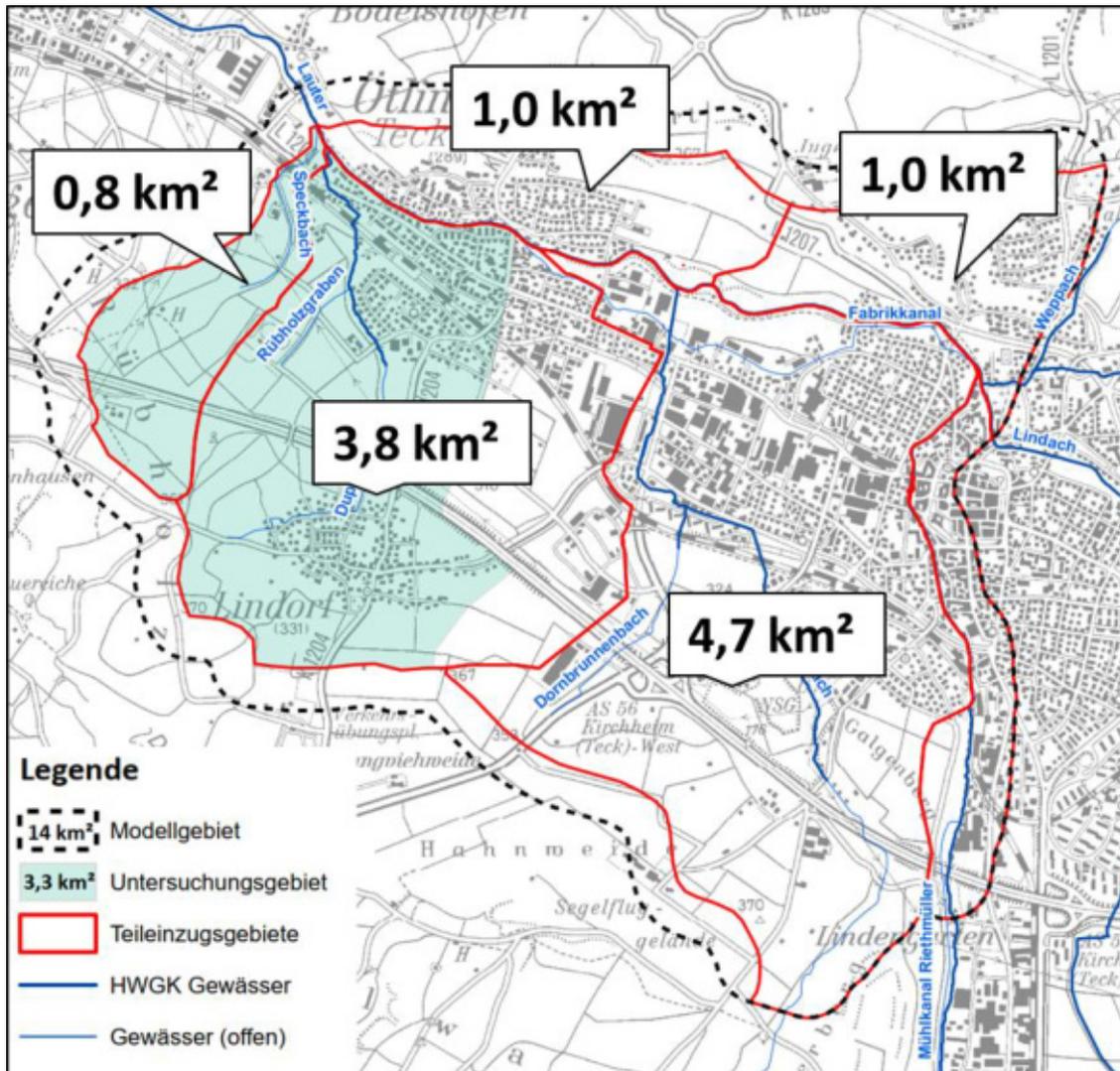
Es ist davon auszugehen, dass die Regenrinnen und Dachfallrohre bei Starkregen überlastet sind. Aus den (versiegelten) Dachflächen können entsprechend hohe Wassermengen der Umgebung zufließen. Gemäß Landesvorgabe sollte nur beim seltenen Ereignis oder in Ausnahmefällen (z. B. bei Retentionsdächern) auf die Überregung von Dachflächen in der Simulation verzichtet werden, da insbesondere in dichter Besiedlung sonst ein großes Volumendefizit entstehen könnte (RP Tübingen, 2019).

Bei den Starkregenuntersuchungen für das vorliegende Untersuchungsgebiet wurde versucht den Zufluss aus den Dachflächen möglichst realistisch nachzubilden. Für die Berechnungen mittels HYDRO\_AS-2D wurde der aktualisierte ALKIS Gebäudebestand (vgl. Kapitel 3.5) mit einem festen Höhenbetrag von 5 m über der vorliegenden Geländeoberfläche nach oben gesetzt und ins Geländemodell eingearbeitet. So können auch die Dachflächen mit eigenen Oberflächenabflusskennwerten beaufschlagt werden. Das auf den Dachflächen gefallene Wasser fließt dann in den Berechnungen dem umliegenden Gelände zu.

## 5.6 Gebietsaufteilung und Berücksichtigung von Gewässern

Gewitterzellen treten in der Regel sehr lokal auf und weisen oft nur eine Fläche von wenigen Quadratkilometern auf. Für die Simulation der Starkregenüberflutung auf Grundlage der OAK gilt daher, dass die berechnete Fläche im Einzugsgebiet nicht größer als 5 km<sup>2</sup> sein sollte (LUBW, 2018). Ist das betrachtete Einzugsgebiet größer als 5 km<sup>2</sup>, muss sichergestellt werden, dass der Abfluss nicht überschätzt wird. Hier muss eine Aufteilung in mehrere Teileinzugsgebiete erfolgen.

Das vorliegende Modellgebiet weist eine Fläche von insgesamt ca. 14 km<sup>2</sup> auf (vgl. Kapitel 2.1, Teileinzugsgebiete zuzüglich eines Modellpuffers). Aufgrund der HWGK-Gewässer Lauter und Kegelesbach erfolgt eine Teilung des Untersuchungsgebietes (HWGK-Gewässer unendlich leistungsfähig). Anhand eines ersten Rechenlaufes wurden die Teileinzugsgebiete abgegrenzt (Abbildung 5.9). Die Teileinzugsgebiete sind zwischen 0,8 und 4,7 km<sup>2</sup> groß und somit erfolgt keine Überschätzung des Abflusses.



**Abbildung 5.9** Hydrologische Teileinzugsgebiete zur Gebietsaufteilung der berechneten Flächen im Untersuchungsgebiet

## 6 Rechenläufe

Die hydraulischen Berechnungen mittels HYDRO\_AS-2D erfolgten auf Grundlage der Oberflächenabflusskennwerte. Nach der Empfehlung des Leitfadens wurde für die drei Lastfälle eines seltenen, eines außergewöhnlichen und eines extremen Abflussereignisses stets die hydrologische Annahme verschlammter Böden getroffen. Die Simulationszeit der drei Starkregenereignisse für das Untersuchungsgebiet beträgt insgesamt zwei Stunden (eine Stunde Berechnungszeit und eine Stunde Nachlauf).

### 6.1 Entwurfsrechenlauf

Nach dem Modellaufbau wurde ein erster Rechenlauf (1 Step Berechnungsmodul) durchgeführt. Ziel war es hierbei die Hauptfließwege zu lokalisieren und erste Gefährdungsbereiche zu identifizieren. Auf dieser Grundlage wurde die erste Ortsbegehung durchgeführt.

### 6.2 Abschließende Rechenläufe

Nach dem ersten Rechenlauf wurden das HydTERRAIN und die OAK modifiziert, Verdolungen und Durchlässe angesetzt sowie der Gebäudebestand in den neuralgischen Bereichen aktualisiert (vgl. Kapitel 5), so dass ein neues Modellnetz aufgebaut und ein neuer Rechenlauf (2 Step Berechnungsmodul) gestartet werden konnte.

## 7 Rechnergebnisse und Abgleich mit abgelaufenen Ereignissen

Das zentrale Ergebnis der zweidimensionalen instationären hydraulischen Modellierung sind die Starkregengefahrenkarten (SRGK). Diese zeigen die entstehenden flächigen Ausdehnungen und Tiefen der Überflutungen sowie die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für jedes der drei Szenarien auf. Hierbei wird jeweils der Maximalwert über das Gesamtereignis (eine Stunde Beregnungszeit und eine Stunde Nachlauf) je Szenario dargestellt.

Die Starkregengefahrenkarten sind das Schlüsselement zur Darstellung der Gefährdung und zur Identifikation von Risiken. Sie bilden die Grundlage zur Verortung der zu treffenden Vorsorgemaßnahmen und Erstellung der Alarm- und Einsatzpläne für den Fall eines Starkregenereignisses.

### 7.1 Überflutungsausdehnung

Die maximale Ausdehnung der Überflutung zeigt an, welche Objekte und Bereiche betroffen und somit in der Risikoanalyse zu betrachten sind.

Um die maximalen Überflutungsausdehnungen der drei Szenarien besser vergleichen zu können, wurden diese in einer gemeinsamen Karte dargestellt. In den Überflutungsausdehnungskarten sind alle Überflutungsflächen dargestellt, bei denen die Überflutungstiefe größer oder gleich 5 cm ist.

Die in den Karten verwendete dreistufige Skala mit sinkenden Farbintensitäten ermöglicht die Unterscheidbarkeit der drei Szenarien (Abbildung 7.1).

*Anmerkung: Den Kartendarstellungen der einzelnen Szenarien können die maximal auftretenden Wassertiefen entsprechend der nachfolgenden Abbildung für vier Wassertiefenklassen entnommen werden. Entsprechend die Fließgeschwindigkeiten für 3 Geschwindigkeitsklassen.*

Maximale Überflutungsausdehnung	Maximale Überflutungstiefen [cm]	Maximale Fließgeschwindigkeiten [m/s]
 Seltenes Abflussereignis	 5 - 10	 > 0,2 - 0,5
 Außergewöhnliches Abflussereignis	 10 - 50	 > 0,5 - 2,0
 Extremes Abflussereignis	 50 - 100	 > 2,0
	 > 100	

**Abbildung 7.1** Legende für die Darstellung der Überflutungsausdehnung, Überflutungstiefe und der Fließgeschwindigkeit in den Starkregengefahrenkarten

## 7.2 Überflutungstiefen

Die Überflutungstiefen sind entscheidend für die möglichen Eintrittswege des Wassers in Gebäude. Überflutungstiefen bis 10 cm stellen bei nicht ebenerdigen Kellerfenstern oder erhöhten Lichtschächten meist keine Gefährdung dar. Bei Überflutungstiefen zwischen 10 und 50 cm kann das Wasser durch Bauwerksöffnungen in Gebäude eindringen. Allerdings sind bei diesen Überflutungstiefen die statischen Druckkräfte noch gering, so dass durch einfache Abdichtungen (Tür, Fenster, Dammbalken, ...) das Wasser gut abgehalten werden kann. Bei Überflutungstiefen von 50 bis 100 cm steigt der statische Druck so an, dass die Dichtungen, vor allem bei nach innen zu öffnenden Türen, versagen. Bei Überflutungstiefen über 1 m kann das Wasser oft durch zusätzliche Öffnungen in Gebäude eindringen (Tabelle 7.1).

In den Starkregengefahrenkarten werden Überflutungstiefen ab 5 cm dargestellt (Abbildung 7.1). Die vierstufige Skala mit steigenden Farbintensitäten ermöglicht die Unterscheidbarkeit der einzelnen Tiefen- bzw. Gefährdungsklassen.

**Tabelle 7.1** Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (LUBW, 2016)

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

### 7.3 Fließgeschwindigkeiten und -richtungen

Die Darstellung von Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung ist eine wichtige Information, da die Wirkung der dynamischen Strömungskräfte auf Gebäude und auch auf Menschen mit steigender Geschwindigkeit stark zunimmt. Bei Fließgeschwindigkeiten von 0 bis 0,2 m/s spielen die dynamischen Strömungskräfte kaum eine Rolle. Bei Geschwindigkeiten von 0,5 bis 2 m/s stellt das Durchqueren von Abflusswegen bereits eine große Gefahr für Leib und Leben dar. Bei Fließgeschwindigkeiten über 2 m/s können Gebäude durch Unterspülung oder Bruch von Wänden geschädigt werden. Weiterhin können Türen aufgedrückt werden und, bei entsprechenden Wasserhöhen, auch Fenster und Wände durch mitgeführtes Geschiebe eingedrückt werden (Tabelle 7.2).

Zur Darstellung der relevanten Fließgeschwindigkeit wurde die Einteilung in drei Klassen in Form von farbigen Pfeilen gewählt (Abbildung 7.1).

*Anmerkung: Eine Abschätzung, ab wann ein Durchqueren für Fußgänger in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit ( $v$ ) und Wassertiefe ( $h$ ) nicht mehr möglich ist, liefert folgende Gleichung:  $v * h \geq 0,5$ .*

**Tabelle 7.2** Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (LUBW, 2016)

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

## 7.4 Kontrollquerschnitte

Nach dem Entwurfsrechenlauf wurden entlang der Hauptfließwege Kontrollquerschnitte gesetzt (Ausschnitt in Abbildung 7.2). Die dort ermittelten Abflüsse können für spätere Bemessungsfragen als Orientierungswerte herangezogen werden (Anlage A.2.2, digitale Form). Dabei dürfen die Berechnungen von Abflussszenarien auf Grundlage der Oberflächenabflusskennwerte außerhalb des Anwendungsbereichs der Überflutungsanalyse bei Starkregen jedoch nicht ohne weitere ingenieurmäßige Berechnungen für Bemessungen wasserwirtschaftlicher Anlagen oder gutachterliche Tätigkeiten genutzt werden.



**Abbildung 7.2** Ausschnitt der Kontrollquerschnitte im Untersuchungsgebiet mit Überflutungstiefen des außergewöhnlichen Abflussszenarios

## 7.5 Volumenbilanz

Zur Plausibilisierung der hydraulischen Berechnungen erfolgte eine Kontrolle der Volumenbilanz. Hierbei wurde das sich aus dem Modellinput des Oberflächenabflusses ergebende Gesamtvolumen (Summe der Effektivniederschläge bzw. OAK) der Summe des im Modellgebiet verbliebenen Wassers (z. B. in Senken und Gräben) und des Gesamtabflussvolumens an den Modellausläufen gegenübergestellt (Tabelle 7.3). Für das Gesamtabflussvolumen aus dem Untersuchungsgebiet wurden die Abflussganglinien aller Randbedingungen der Modellausläufe aufsummiert.

Die Volumenbilanzkontrolle führt im Untersuchungsgebiet bei allen drei Lastfällen zu geringfügigen Abweichungen von maximal ca. 0,5 % (Tabelle 7.3). Das Gesamtvolumen der OAK zeigt, dass das außergewöhnliche Abflussereignis ca. 1,5-mal so groß ist wie das seltene. Das extreme Ereignis ist dagegen fast 7-mal so groß wie das seltene Abflussereignis.

**Tabelle 7.3** Volumenbilanz für das Untersuchungsgebiet

Bilanzgröße		SEL	AUS m <sup>3</sup>	EXT
Gesamtvolumen Effektivniederschläge ( $\Sigma$ OAK)	$V_{ges}$	199.753	294.370	1.362.840
Ausfluss aus dem Modell (Randbedingungen)	$V_{Abfluss}$	76.105	134.531	1.083.206
Verbleib im Einzugsgebiet (letzter Zeitschritt)	$V_{EZG}$	122.820	158.453	274.364
Differenz ( $V_{ges} - V_{Abfluss} - V_{EZG}$ )		828 (0,4 %)	1386 (0,5 %)	5270 (0,4 %)

### 7.6.3 Bereich Unterführung in der Ötlinger Straße

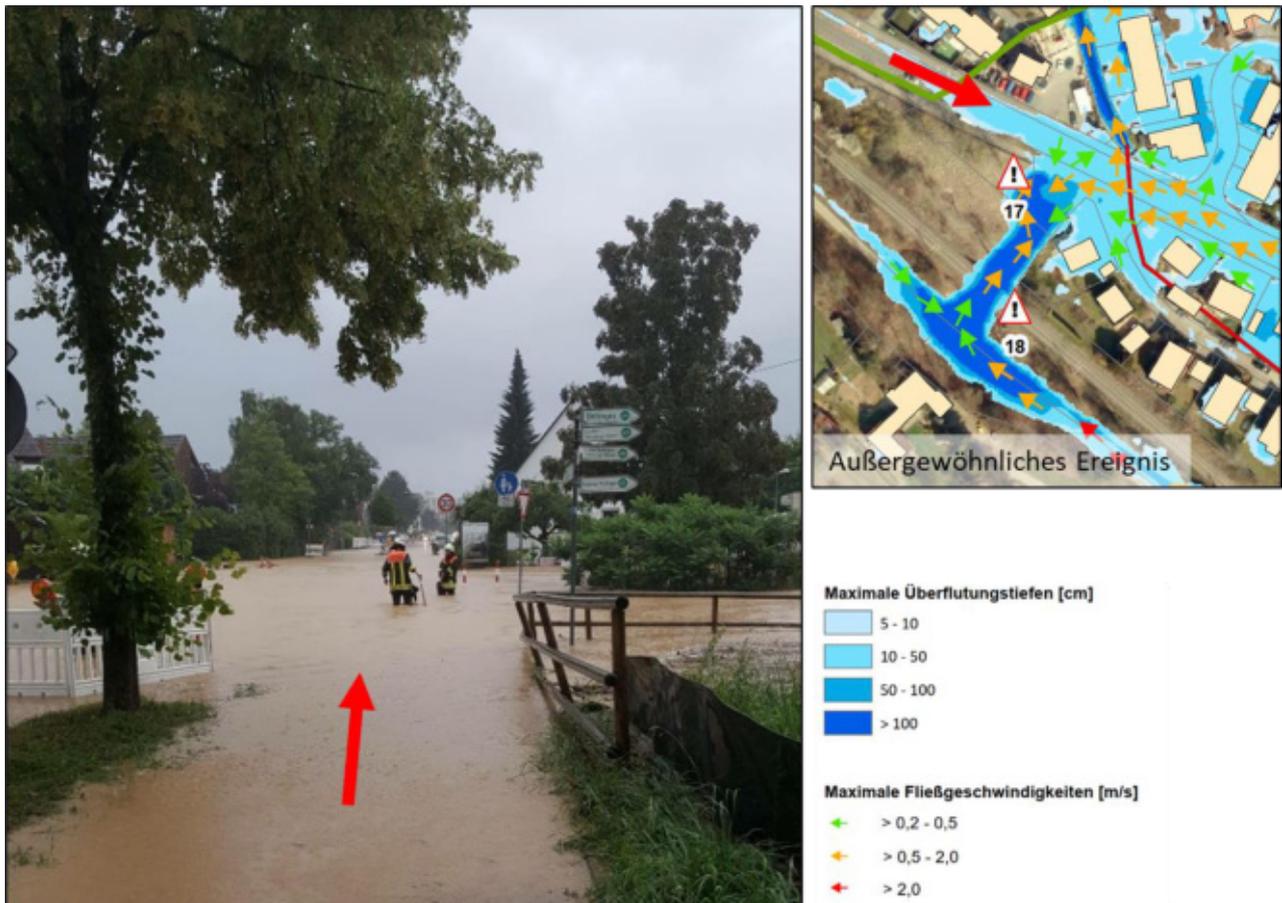
Die Ötlinger Straße war bei dem Starkregenereignis am 11.06.2018 im Bereich der Unterführung der A8 ebenfalls stark betroffen (Abbildung 7.5). Das Wasser sammelte sich in der Unterführung und dadurch entstanden sehr hohe Fließtiefen.



**Abbildung 7.5** Außergewöhnliches Abflussereignis (links), Starkregenereignis in der Unterführung der A8 im Bereich der Ötlinger Straße am 11.06.0218 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck

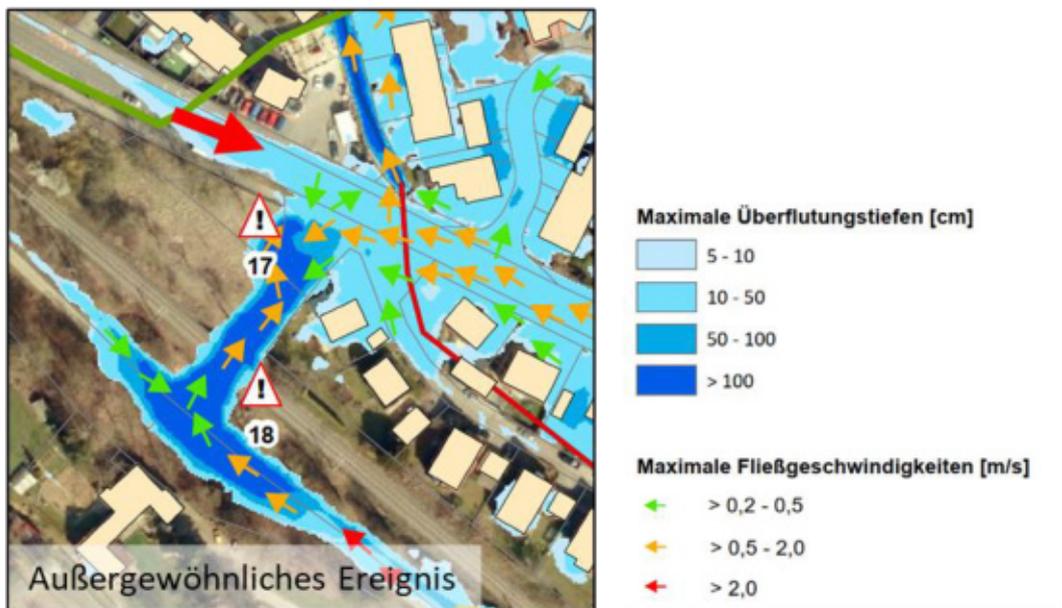
### 7.6.4 Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben

Der Bereich der Entlastungsverdolung Dupiggraben war bei dem Starkregenereignis am 11.06.2018 besonders schwer betroffen (Abbildung 7.6). Das Wasser kam aus Richtung des Dupiggrabens und sammelte sich in der Stuttgarter Straße. In Abbildung 7.6 ist ebenfalls zu erkennen, dass im Starkregenfall auf der Stuttgarter Straße selbst ebenfalls ein Hauptfließweg entstehen kann.



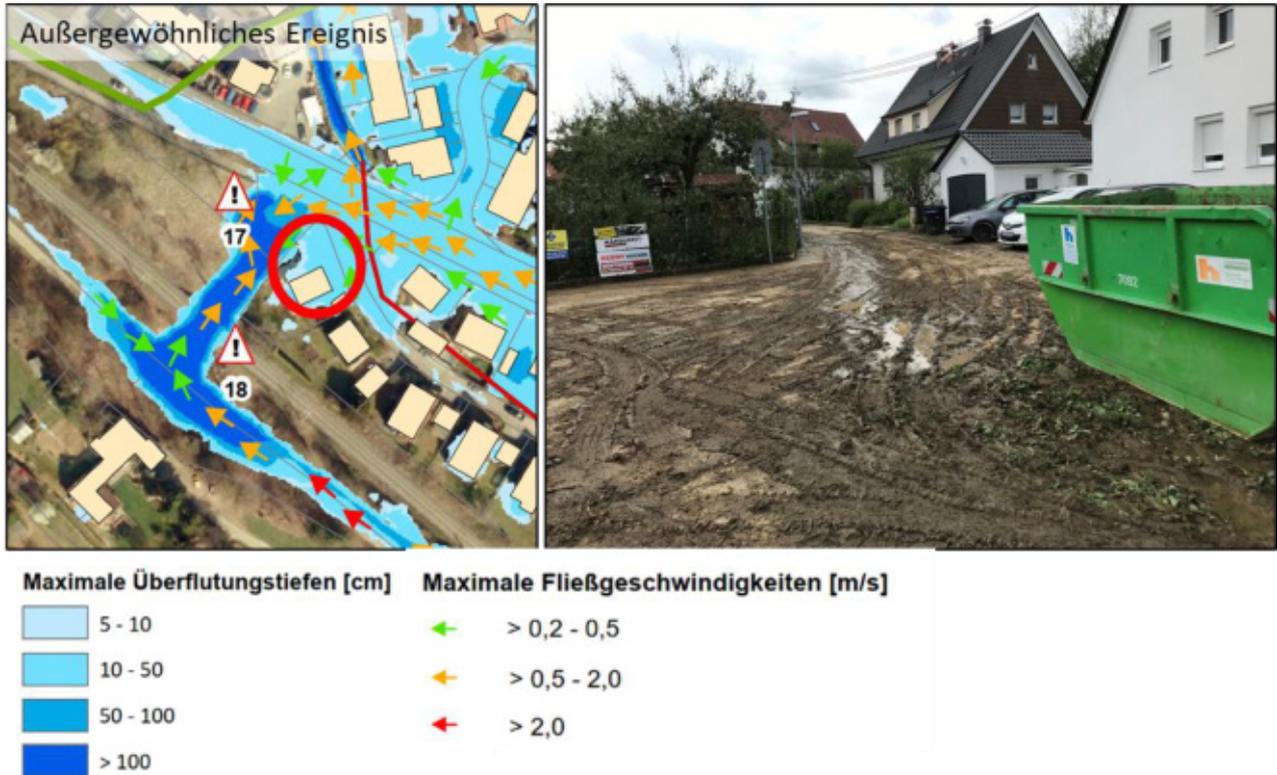
**Abbildung 7.6** Außergewöhnliches Abflussereignis (rechts oben), Starkregenereignis im Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben am 11.06.0218 (links), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck

Am 23.06.2021 und den Folgetagen war neben der Kernstadt Kirchheim der Bereich der Entlastungsverdolung Dupiggraben abermals besonders schwer betroffen (Abbildung 7.7). Das Wasser kam aus Richtung des Dupiggrabens und sammelte sich in der Stuttgarter Straße. Zusätzlich entstand bei dem Ereignis am 23.06.2021 ein Hauptfließweg im Bereich der Stuttgarter Straße in Richtung der Entlastungsverdolung Dupiggraben. Dieser Hauptfließweg wird in den Starkregengefahrenkarten ebenfalls deutlich (Abbildung 7.7).



**Abbildung 7.7** Ein Tag nach dem Starkregenereignis im Bereich Entlastungsverdolung Dupiggraben am 23.06.2021 (oben), Außergewöhnliches Abflussereignis (unten), Quelle: WALD + CORBE

Weiterhin traten im Bereich der Entlastungsverdolung Dupiggraben am 23.06.2021 und den Folgetagen Probleme in der Straße „Wendlinger Weg“ auf (Abbildung 7.8). Das Wasser sammelte sich im Tiefpunkt und verursachte erhebliche Schlammschäden (Abbildung 7.8).



**Abbildung 7.8** Außergewöhnliches Abflussereignis (links), ein Tag nach dem Starkregenereignis im Wendlinger Weg am 23.06.2021 (rechts), Quelle: WALD + CORBE

Auch in Lindorf kam es am 23. Juni 2021 und den Folgetagen zu starken Überflutungen. Besonders betroffen war neben dem Rübholzweg, Eichwiesen, dem Krummgässle und der Zähringer Straße auch die Oberboihinger Straße (Abbildung 7.9).



**Abbildung 7.9** Extremes Abflussereignis (links), Oberboihinger Straße am 23.06.2021 (rechts), Quelle: Stadt Kirchheim unter Teck

### **7.6.5 Einordnung der Ereignisse am 11.06.2018 und am 23.06.2021**

Von der Stadt Kirchheim unter Teck wurden für das Ereignis vom 11. Juni 2018 im Bereich des Dupiggrabens gemessene Niederschlagsdaten erhoben. Insgesamt konnte auf 4 Messwerte privater Messstationen im und um das Einzugsgebiet des Dupiggrabens herum zurückgegriffen werden. Eine Einordnung der am 11. Juni 2018 gemessenen Niederschläge in die zugehörigen Dauer-Intensitäts-Häufigkeits-Diagramme ermöglicht Aussagen zur Auftretenswahrscheinlichkeit des Niederschlagsereignisses. Eine entsprechende Einordnung zeigt, dass das Regenereignis an allen 4 Stationen als ein weit über 100-jährliches Ereignis eingeordnet werden kann. Es hat sich damit um ein Extremereignis gehandelt (Quelle: Starkregenereignis vom 11.06.2018 – Statistische Einordnung der aufgetretenen Niederschläge; WALD+CORBE, 2019).

Von WALD+CORBE wurden für das Ereignis vom 23. Juni 2021 im Bereich des Dupiggrabens gemessene Niederschlagsdaten erhoben. Insgesamt konnte im Bereich des Dupiggrabens auf 6 Messwerte privater Messstationen zurückgegriffen werden. Es handelte sich hierbei um die in wundermap.com zwischenzeitlich online verfügbaren Messreihen privater Messstationen. Die Auswertung der an Bodenstationen gemessenen Niederschlägen hat gezeigt, dass es sich bei dem Starkregenereignis vom 23. Juni 2021 im Bereich Kirchheim u. Teck Stadt und des Dupiggrabens (Ötlingen) um ein extremes Niederschlagsereignis gehandelt hat. Bei der „Superzelle“ ist teilweise insbesondere im Zentrum starker Hagel aufgetreten. An den 4 zentrumsnahen Bodenstationen konnten infolge des Hagels die N-Messungen daher nicht verwendet werden. An den 2 an den Rändern der Zelle liegenden Bodenstationen weist das Ereignis eine Wiederkehrzeit von weit über 100 Jahren auf. Der in Kirchheim (Aussiedlerhof) gemessene Wert von über 96 mm liegt dabei weit über dem Wert eines 100-jährlichen Regenereignisses (Faktor 1,6). Es hat sich damit statistisch um ein Extremereignis gehandelt (Quelle: Starkregenereignis vom 23.06.2021 – Statistische Einordnung der aufgetretenen Niederschläge; WALD+CORBE, 2021).

## 8 Kartendarstellungen

Die Ergebnisse wurden in Starkregengefahrenkarten und Animationen dargestellt (Tabelle 8.1, Anlagen A.1, A.2 und C.1). Erläuterungen zur Darstellung der Überflutungsausdehnung, der Überflutungstiefen und der Fließgeschwindigkeiten befinden sich in Kapitel 7.1 bis 7.3.

Da die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs einen stark urban geprägten Raum beinhalten, wurde das Modellgebiet (14 km<sup>2</sup>) für die vorliegende Untersuchung deutlich größer gewählt als das eigentliche Untersuchungsgebiet (3,3 km<sup>2</sup>). Somit konnte ausgeschlossen werden, dass Fließwege im urbanen Bereich nicht erfasst werden (vgl. Kapitel 2.1). Die 2D-Berechnungsergebnisse außerhalb des Untersuchungsgebietes werden in einer Folgeuntersuchung plausibilisiert und überarbeitet (s. Hinweis 1 auf den SRGK).

**Tabelle 8.1** Starkregengefahrenkarten und Animationen der hydraulischen Überflutungssimulation zur digitalen bzw. gedruckten Abgabe an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW

Starkregengefahrenkarten	Speicherort
Maximale Überflutungstiefe	UT_SEL_V
	UT_AUS_V
	UT_EXT_V
Maximale Überflutungsausdehnung	UA_verschlaemmt
Maximale Fließgeschwindigkeit	FG_SEL_V
	FG_AUS_V
	FG_EXT_V
Risikokarten	Risikokarte
Rauheitswerte/Landnutzungen	Rauheiten
Kontrollquerschnitte	Ergaenzende_Karten
Animationen (zeitlicher Verlauf der Überflutungstiefe)	ANI_UT_SEL_V
	ANI_UT_AUS_V
	ANI_UT_EXT_V

Im Einzelnen wurden unter Berücksichtigung der Vorgaben des Leitfadens folgende Ergebnisdarstellungen für die drei Oberflächenabflussszenarien angefertigt (als Übersichts- bzw. Detailkarten): maximale Überflutungstiefen, maximale Überflutungsausdehnung und maximale Fließgeschwindigkeiten in Kombination mit der zugehörigen Überflutungsausdehnung und Fließrichtung. Bei der Überflutungsausdehnung wurden die drei Oberflächenabflussszenarien gemeinsam in einer Karte dargestellt. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten wurden zudem auf freiwilliger Basis in Kombination mit den maximalen Überflutungstiefen dargestellt. Die räumliche Verteilung der Landnutzungsklassen zur Zuordnung von Rauheitswerten wurde in Anlage A.2.1 dargestellt. Die Kontrollquerschnitte wurden ergänzend in Anlage A.2.2 dargestellt. Außerdem wurden für alle drei Starkregenszenarien Animationen zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Überflutungstiefe erstellt (Anlage C.1).

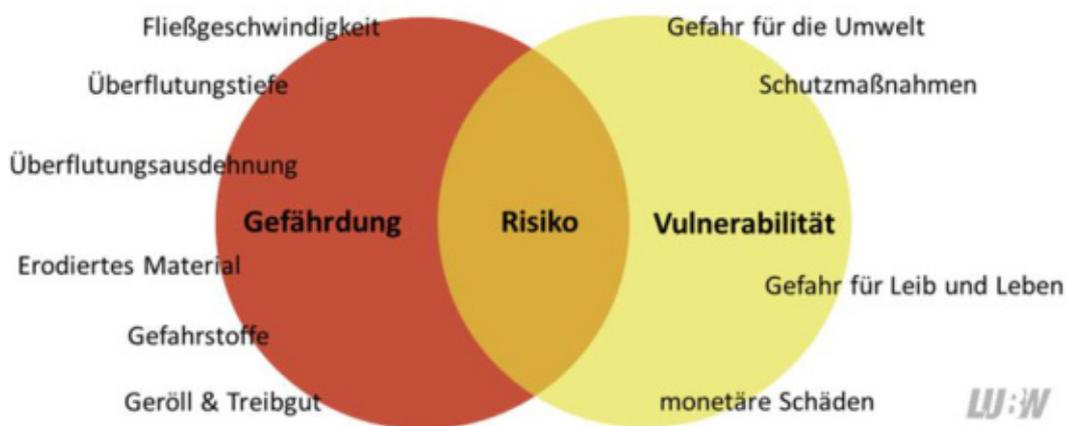
## 9 Zwischenfazit/Ergebnisse der Gefährdungsanalyse

Im Zuge der hydraulischen Gefährdungsanalyse wurde für das Einzugsgebiet des Dupiggrabens und des Speckbachs ein hydrodynamisch-numerisches Überflutungsmodell aufgebaut und angepasst, mit dessen Hilfe Starkregengefahrenkarten erstellt wurden. Die Vorgehensweise, sowie die erstellten Abgabekarten (digital/gedruckt) werden in den Kapiteln 1 bis 8 erläutert.

Darauf aufbauend wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Kirchheim unter Teck sowie dem Landratsamt Esslingen eine Risikoanalyse (Kapitel 10) durchgeführt sowie ein Handlungskonzept (Kapitel 11) erstellt.

## 10 Kommunale Risikoanalyse

Das Überflutungsrisiko ergibt sich aus der Kombination der Überflutungsgefahr, dargestellt in den Starkregengefahrenkarten, und der Vulnerabilität (Abbildung 10.1). Bei der Starkregenrisikoanalyse werden grundsätzlich zwei Anwendungsbereiche unterschieden. Zum einen die kommunale Risikoanalyse, bei der die öffentlichen Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen untersucht werden. Und zum anderen die private Risikoanalyse, die der Verantwortung der privaten oder gewerblichen Betreiber und Eigentümer obliegt (Aspekt Eigenvorsorge).



**Abbildung 10.1** Gefährdung und Vulnerabilität als prägende Einflussfaktoren des Risikos (LUBW, 2020)

Ziel der kommunalen Risikoanalyse ist es, besonders risikobehaftete Siedlungsbereiche, Gebäude und technische Infrastrukturen wie Verkehrs- oder Ver- und Entsorgungsanlagen zu identifizieren und diese hinsichtlich des Ausmaßes an Vulnerabilität (z.B. Gefahren für Leib und Leben, zu erwartende Schäden) und des zu erwartenden Risikos zu differenzieren.

Die kommunale Risikoanalyse bildet die Grundlage für die anschließende Planung und Ausweisung von Maßnahmen im kommunalen Handlungskonzept und erfolgt in drei Schritten:

1. Analyse der Starkregengefahrenkarten
2. Identifizierung kritischer Objekte (Schadenspotentialanalyse)
3. Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken

Die Aufgaben der Stadt Kirchheim unter Teck bei der Risikoanalyse sind vor allem:

- Vorsorgepflicht gegenüber den Bürgern und Gefahrenabwehr: Überflutungsanalyse für das Gemeindegebiet, Information der Bevölkerung über Starkregengefährdung
- Risikoanalyse für öffentliche Objekte, Bereiche und Infrastruktur

Die Kommune ist nur für einen kleinen Anteil der gefährdeten Objekte zuständig. Ein Großteil der Objekte sind private und gewerbliche Objekte, bei denen die Betreiber oder Eigentümer für die Bewertung, Einschätzung des Risikos und Bestimmung von Maßnahmen zuständig sind. Die Starkregengefahrenkarten liefern jedoch die erforderlichen Grundlagen, um die Gefährdung durch Starkregen einschätzen und entsprechende Maßnahmen ableiten zu können.

### Übersicht der Risikoobjekte

Im Rahmen der Risikoanalyse werden die Risikoobjekte nach Anhang 6 (LUBW, 2020) in die folgenden Kategorien eingeteilt:

- Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug
- Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur
- Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit
  - Ver- und entsorgungsrelevante Objekte
  - Wassergefährdende Stoffe

Dabei kann ein Risikoobjekt mehreren Kategorien zugeordnet werden (vgl. Tabelle 10.3). Die einzelnen Kategorien werden in den Kapiteln 10.2.1 (kritische Objekte mit öffentlichem Bezug), 10.2.2 (Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur) und 10.3.1 (Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit) genauer erläutert.

Bei Betroffenheit wurde eine Bewertung der Gefährdung für die kritischen Objekte für alle drei Szenarien (SEL, AUS, EXT) durchgeführt (siehe z.B. Tabelle 10.4). Die Bewertungsmatrix in Tabelle 10.1 und die Schlüsselliste in Tabelle 10.2 wurden als Basis für die Bewertung in den Kapiteln 10.1 und 10.3 herangezogen. Um individuelle Situationen berücksichtigen zu können, kann von der Bewertungsmatrix abgewichen werden.

*Hinweis: Die Bewertung der Gefährdung wurde auf Grundlage der exakten Werte der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten durchgeführt (die Tabellenwerte wurden zur besseren Lesbarkeit auf 0,05 Schritte gerundet).*

**Tabelle 10.1** Empfohlene Kriterien (als Anhaltspunkt) zur Bewertung der Gefährdung kritischer Objekte, Quelle: LUBW (2020)

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

**Tabelle 10.2** Schlüsselliste zur Einordnung der Gefährdung auf Grundlage der empfohlenen Kriterien aus Tabelle 10.1

Inhalt	Schlüssel
nicht gefährdet	0
mäßig	1
hoch	2
sehr hoch	3

Eine Übersicht der Risikoobjekte inklusive Einteilung in die verschiedenen Kategorien ist in Tabelle 10.3 dargestellt.

**Tabelle 10.3** Übersicht der Risikoobjekte inkl. Einteilung in die Kategorien nach Leitfaden

Nr.	Objekt	Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug	Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur	Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	
				Ver- und entsorgungsrelevante Objekte	Wasser-gefährdende Stoffe
1	Altenheim Ötlingen	✓	✓		
2	Altenbegegnungsstätte	✓	✓		
3	Bahnhof Ötlingen	✓			
4	Neuapostolische Kirche	✓			
5	Städtischer KiGa Uracher	✓	✓		
6	Eduard-Mörike GHS	✓			
7	Eduard-Mörike GHS	✓			
8	Eduard-Mörike GHS	✓			
9	Eduard-Mörike GHS	✓			
10	Eduard-Mörike GHS	✓			
11	Sportgebäude E-M GHS	✓			
12	TSV Ötlingen 1895 e.V.	✓			
13	Umformer Ötlingen			✓	
14	Umformer Ötlingen			✓	
15	Umformer Ötlingen			✓	
16	Veranstaltungsgebäude E-M GHS	✓			
17	Entlastungsverdolung		✓		
18	Unterführung Ötlingen		✓		
19	Lindorfer Laden	✓			

Nr.	Objekt	Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug	Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur	Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit	
				Ver- und entsorgungsrelevante Objekte	Wassergefährdende Stoffe
20	Freiw. Feuerwehr Lindorf	✓	✓		
21	Bürgerhaus Lindorf	✓			
22	Ev. Pfarramt Lindorf	✓			
23	Mattaeskirche Lindorf	✓			
24	KiGa Eichwiesen Lindorf	✓	✓		
25	Tiefgarage Rote Morgen		✓		
26	Tiefgarage Zähringer Straße		✓		
27	Umformer Lindorf			✓	
28	Umformer Buchhartweg			✓	
29	Unterführung Lindorf		✓		

Im Kapitel 10.1 wird zunächst eine Analyse der Starkregengefahrenkarten durchgeführt. Diese dient als Grundlage für die Risikoanalyse. In einem nächsten Schritt werden die kritischen Objekte und Bereiche identifiziert (Kapitel 10.2). Darauffolgend werden in Kapitel 10.3 Objekte und Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit analysiert. Eine Zusammenfassung der kritischen Objekte (inkl. Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit) befindet sich in Kapitel 10.4. In Kapitel 10.5 wird auf die Gefahren aus Flusshochwasser eingegangen. Die Starkregenrisikokarten werden in Kapitel 10.6 kurz erläutert und in Kapitel 10.7 werden schließlich die ausgewählten Risikosteckbriefe aufgelistet.

## 10.1 Analyse der Starkregengefahrenkarten und der Animation der Überflutungsausdehnung

In einem ersten Schritt der Risikoanalyse wurden die Starkregengefahrenkarten für die drei Szenarien selten, außergewöhnlich und extrem analysiert. Es wurden Bereiche im Stadtgebiet identifiziert, die bei Starkregenereignissen überflutet werden können und durch große Überflutungsausdehnung, hohe Überflutungstiefen und/oder hohe Fließgeschwindigkeiten gekennzeichnet sind.

Zusätzlich wurden die Animationen der Überflutungstiefe für das seltene, außergewöhnliche und extreme Abflussereignis herangezogen. Die Animationen zeigen den zeitlichen Verlauf der Überflutungstiefe für eine Stunde Niederschlagsphase und eine Stunde Nachlauf mit einer zeitlichen Auflösung von 24 Zeitschritten á 5 Minuten. Anhand der Animationen können Eintrittspunkte von Außengebietswasser identifiziert werden (s. Anhang C.1).

*Anmerkung: Die bei Starkregenereignissen auftretenden potenziellen Gefahren für Leib und Leben sowie für Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten sind in den Kapiteln 7.2 und 7.3 zusammengefasst (Tabelle 7.1 und Tabelle 7.2).*

Für das Untersuchungsgebiet konnten insbesondere die folgenden 3 Bereiche identifiziert werden.

### **Bereich Oberboihinger Straße – Eichwiesen (OT Lindorf)**

Im Starkregenfall fließt Hangwasser entlang der Oberboihinger Straße in Richtung Eichwiesen (Abbildung 10.2). Dadurch entsteht eine Überflutungsgefahr. Es können maximale Wassertiefen von ca. 50 cm für das seltene und außergewöhnliche bzw. ca. 2,40 m für das extreme Abflussereignis auftreten. In diesem Bereich kommt es außerdem zu hohen Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,3 m/s, ca. 1,6 m/s bzw. ca. 3,7 m/s beim seltenen, außergewöhnlichen bzw. extremen Abflussereignis.



**Abbildung 10.2** Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Oberboihinger Straße bis Eichwiesen

### **Bereich Stuttgarter Straße – Bahnlinie (OT Ötlingen)**

Im Bereich zwischen Bahnlinie und Stuttgarter Straße besteht im Starkregenfall eine hohe Überflutungsgefahr. Entlang der Bahnlinie und der Stuttgarter Straße entstehen Hauptfließwege. Der Hauptfließweg im Bereich der Bahnlinie bordet auf Höhe der Uracher Straße aus und fließt über die Tübinger Straße in Richtung Stuttgarter Straße (Abbildung 10.3). Es können maximale Wassertiefen von ca. 1,00 m für das seltene, ca. 1,10 m für das außergewöhnliche bzw. ca. 1,50 m für das extreme Abflussereignis auftreten. Die maxi-

malen Fließgeschwindigkeiten liegen beim seltenen Abflussereignis bei ca. 1,0 m/s. Beim außergewöhnlichen und extremen Abflussereignis bilden sich maximale Fließgeschwindigkeiten von ca. 1,1 m/s bzw. 2,3 m/s aus.

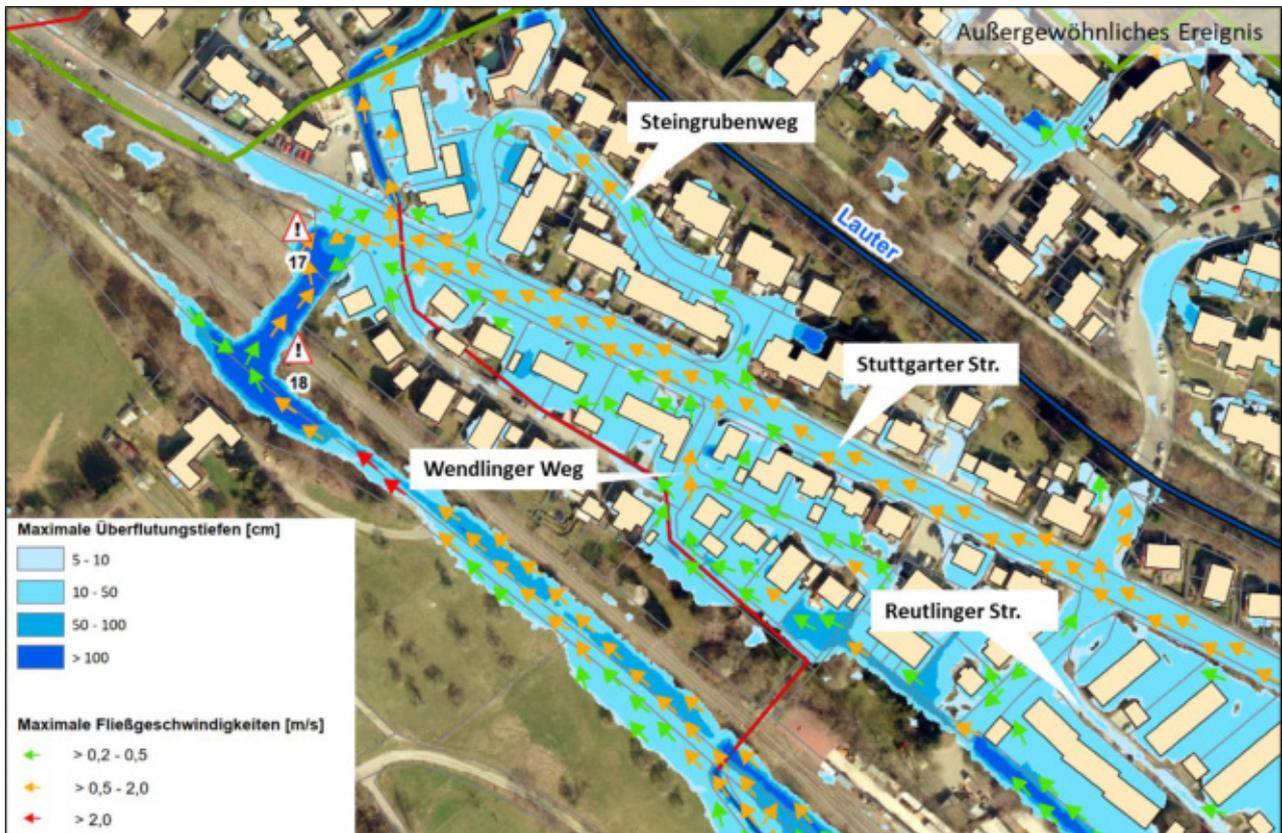


**Abbildung 10.3** Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Stuttgarter Straße und Bahnlinie

### Bereich Stuttgarter Straße – Entlastungsverdolung Dupiggraben

Im Bereich der Stuttgarter Straße und Entlastungsverdolung des Dupiggraben besteht im Starkregenfall eine hohe Überflutungsgefahr. Ankommendes Wasser aus dem Dupiggraben fließt in Richtung Unterführung (RO-Nr. 18) und Entlastungsverdolung (RO-Nr. 17). Zusätzlich befindet sich ein Hauptfließweg entlang der Stuttgarter Straße, welcher ebenfalls Richtung Entlastungsverdolung Dupiggraben entwässert (Abbildung 10.4). Entlang der Hauptfließweges besteht eine beträchtliche Gefahr für Leib und Leben sowie für Infrastruktur und Gebäude. Es können sehr hohe Wassertiefen auftreten. Es kommt außerdem zu sehr hohen Fließgeschwindigkeiten beim seltenen, außergewöhnlichen bzw. extremen Abflussereignis.

Hinweis: Die Entlastungsverdolung Dupiggraben wurde im Zuge der Flussgebietsuntersuchung detailliert betrachtet (hydraulisches Detailmodell).



**Abbildung 10.4** Außergewöhnliches Abflussereignis im Bereich der Stuttgarter Straße und Entlastungsverdolung Dupiggraben

## 10.2 Kritische Objekte und Bereiche

In diesem Abschnitt der kommunalen Risikoanalyse werden kritische Objekte mit öffentlichem Bezug (Kapitel 10.2.1) und potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 10.2.2) geprüft.

### 10.2.1 Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug

Im Rahmen der Risikoanalyse wurden kritische Objekte mit öffentlichem Bezug anhand der Starkregengefahrenkarten auf eine mögliche Überflutungsgefährdung geprüft. Dazu zählen Objekte mit zentraler Funktion in der Krisenmanagementplanung, Objekte mit besonders empfindlichen Bevölkerungsgruppen sowie Objekte mit wichtigen Versorgungsfunktionen oder mit Publikumsverkehr.

Die folgenden kritischen Objekte mit öffentlichem Bezug wurden im Untersuchungsgebiet identifiziert (Tabelle 10.4).

**Tabelle 10.4** Gefährdete kritische Objekte mit öffentlichem Bezug bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses

Nr.	Objekt	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge-fähr-dung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge-fähr-dung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge-fähr-dung
1	Altenheim Ötlingen	75	0	2	75	0	2	75	0	2
2	Altenbegegnungsstätte	85	0	2	105	0	3	155	0	3
3	Bahnhof Ötlingen	10	0	2	15	0	2	15	0	2
5	Neuapostolische Kirche	10	0	1	10	0	1	15	0	2
6	Städtischer KiGa Uracher	15	0	2	20	0	2	40	0,15	2
7	Eduard-Mörike GHS	25	0	2	35	0	2	105	0	3
8	Eduard-Mörike GHS	15	0	2	15	0	2	25	0	2
9	Eduard-Mörike GHS	10	0	2	10	0	2	15	0	2
10	Eduard-Mörike GHS	70	0	2	90	0	2	160	0	3
11	Sportgebäude E-M GHS	20	0	2	20	0	2	20	0,10	2
12	TSV Ötlingen 1895 e.V.	30	0	2	35	0	2	55	0	2
16	Veranstaltungsgebäude E-M GHS	20	0	2	20	0	2	20	0	2
19	Lindorfer Laden	25	0	2	25	0	2	30	0	2
20	Freiw. Feuerwehr Lindorf	100	0	3	130	0	3	190	0	3
21	Bürgerhaus Lindorf	100	0	3	130	0	3	190	0	3
22	Ev. Pfarramt Lindorf	15	0	2	15	0	2	65	0	2
23	Mattauskirche Lindorf	15	0	2	15	0	2	65	0	2
24	KiGa Eichwiesen Lindorf	5	0	0	5	0	0	35	0	2

### 10.2.2 Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur

Im Rahmen der Risikoanalyse werden potenziell gefährdete Objekte berücksichtigt, die für die Einsatzplanung relevant sind (z.B. Feuerwehr) und die im Hochwasserfall besonders berücksichtigt werden müssen (z.B. Altenheime). Zudem wird geprüft, welche Straßen, Unterführungen und Tiefgaragen potenziell überflutet werden können.

Das Arbeitsthema „potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur“ dient als Hinweis für die Alarm- und Einsatzplanung.

Die folgenden potenziell gefährdeten Objekte der Verkehrsinfrastruktur wurden im Untersuchungsgebiet identifiziert (Tabelle 10.5).

**Tabelle 10.5** Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses

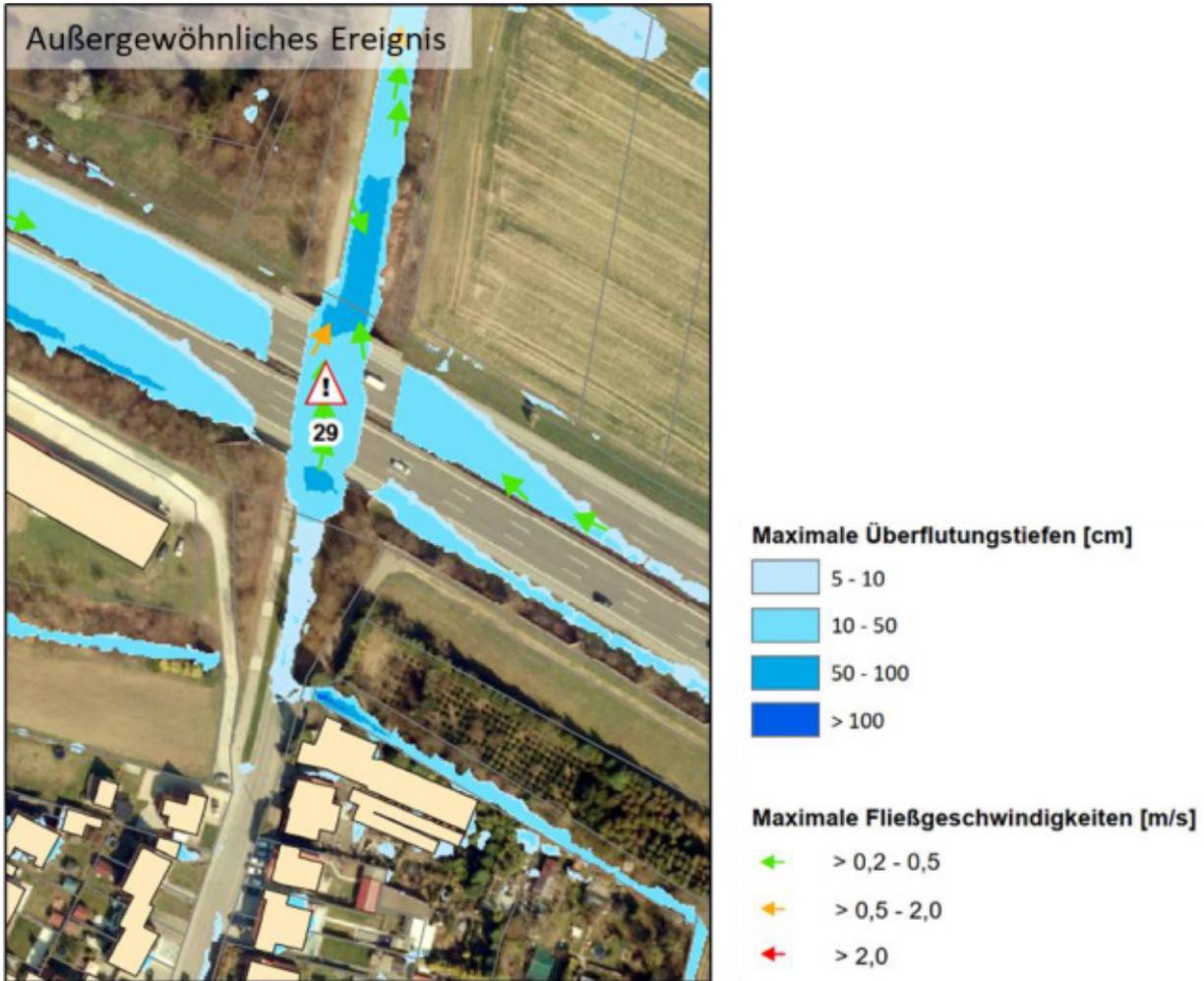
Nr.	Objekt	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung
1	Altenheim Ötlingen	75	0	2	75	0	2	75	0	2
2	Altenbegegnungsstätte	85	0	2	105	0	3	155	0	3
6	Städtischer KiGa Uracher	15	0	2	20	0	2	40	0,15	2
17	Entlastungsverdolung	*	*	3	*	*	3	*	*	3
20	Freiw. Feuerwehr Lindorf	100	0	3	130	0	3	190	0	3
24	KiGa Eichwiesen Lindorf	5	0	0	5	0	0	35	0	2

*\*Hinweis: Aufgrund der vereinfachten Berücksichtigung von Verdolungen bei Starkregenuntersuchungen werden keine Informationen zu Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten am Verdolungseinlauf angegeben. Die Entlastungsverdolung Dupiggraben wurde im Zuge der Flussgebietsuntersuchung detailliert betrachtet (hydraulisches Detailmodell).*

Eine Auflistung der gefährdeten Straßen inklusive Maßnahmenvorschläge befindet sich in Kapitel 11.4.3.

#### Gefährdete Unterführungen

Unterführungen liegen oft in einer Senke und weisen ein hohes Überflutungspotential auf. Es besteht die Gefahr des Ertrinkens und ggf. können Evakuierungs- und Einsatzrouten wegfallen. Für die Unterführung der Autobahn 8 im Bereich der Ötlinger Straße (RO-Nr. 29, OT Lindorf) besteht eine sehr hohe Überflutungsgefährdung (Abbildung 10.5). Im Starkregenfall beträgt die maximale Wassertiefe für das seltene Abflussereignis 0,85 m, für das außergewöhnliche Ereignis 0,90 m und für das extreme Abflussereignis 1,65 m. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten liegen bei 0,7 m/s (selten und außergewöhnlich) und 1,15 m/s (extrem).



**Abbildung 10.5** maximale Wassertiefen und maximale Fließgeschwindigkeiten für das außergewöhnliche Abflussereignis im Bereich der Unterführung Ötlinger Straße (RO-Nr. 29)

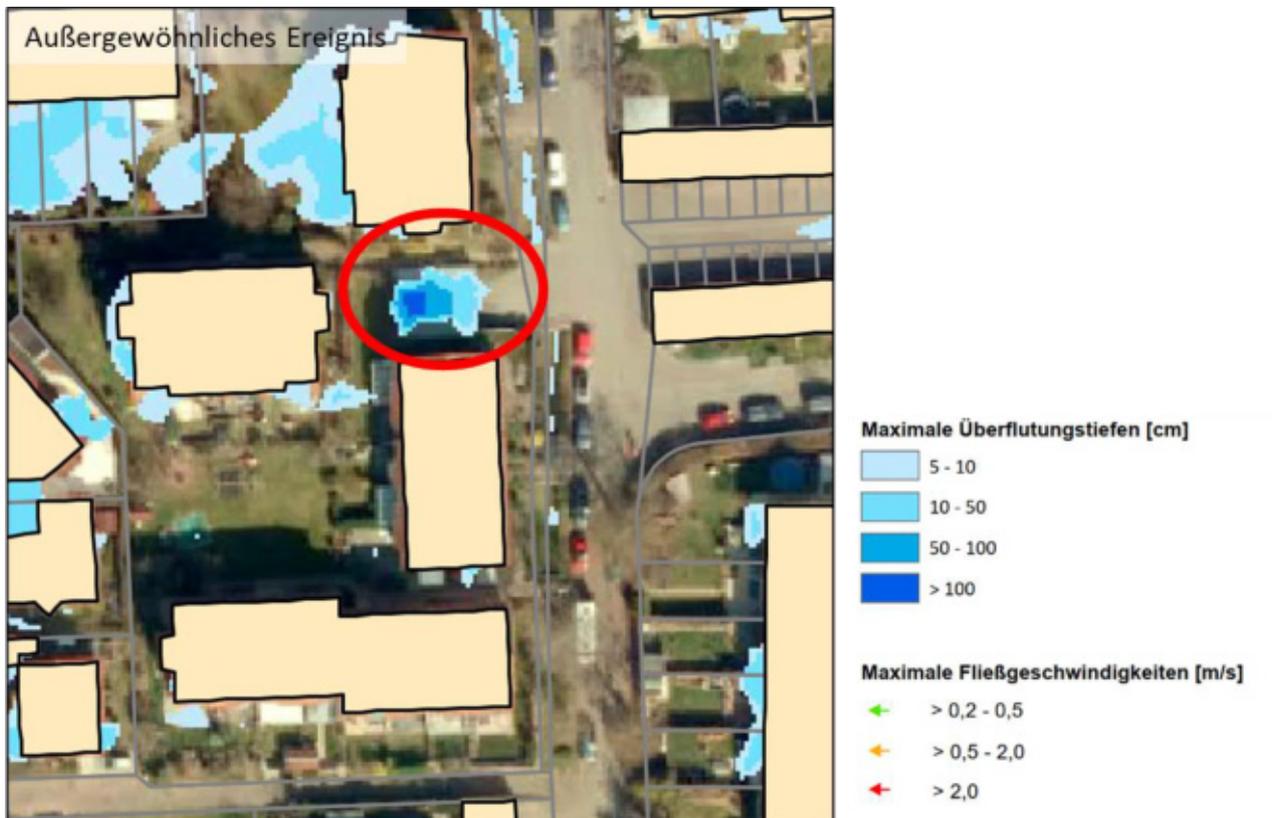
Weiterhin ist die Unterführung in Ötlingen (RO-Nr. 18) im Bereich der Entlastungsverdolung des Dupiggrabens stark überflutungsgefährdet. Eine Zusammenfassung der Gefährdung der Unterführungen ist in Tabelle 10.6 dargestellt.

**Tabelle 10.6** Potenziell gefährdete Unterführungen bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses

Nr.	Objekt	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung
18	Unterführung Ötlingen	165	0,45	3	235	0,55	3	300	2,45	3
29	Unterführung Lindorf	85	0,70	3	90	0,70	3	165	1,15	3

### Tiefgarageneinfahrten

Tiefgaragen und Einzelgaragen mit abschüssigen Zufahrten weisen im Allgemeinen ein hohes Überflutungsrisiko auf. Im Untersuchungsgebiet gibt es mehrere Tiefgaragen. In Abbildung 10.6 ist exemplarisch die Tiefgarage Rote Morgen in Lindorf dargestellt.



**Abbildung 10.6** maximale Wassertiefen und maximale Fließgeschwindigkeiten für das außergewöhnliche Abflussereignis im Bereich der Tiefgarageneinfahrt Rote Morgen in Lindorf

Weiterhin befindet sich derzeit in Lindorf in der Zähringer Straße eine Tiefgarage im Bau (RO-Nr. 26). Diese wurde als Risikoobjekt aufgenommen, allerdings können hier noch keine Angaben zur zukünftigen Überflutungsgefährdung gemacht werden. Eine Zusammenfassung der potenziell gefährdeten Tiefgaragen ist in Tabelle 10.7 dargestellt.

**Tabelle 10.7** Potenziell gefährdete Tiefgaragen bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses

Nr.	Objekt	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge- fähr- dung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge- fähr- dung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Ge- fähr- dung
25	Tiefgarage Rote Morgen	105	0	3	130	0	3	205	0	3
26	Tiefgarage Zähringer Str.		k.A.			k.A.			k.A.	
-	Tiefgarage Bachstraße	180	0	3	195	0	3	240	0	3

Im Zuge von Neubauten können Gehwegbereiche vor der abschüssigen Zufahrt zur Tiefgarage als Überfahrtsrampe ausgebildet werden, die zur Straße geneigt sind. Damit kann ein Fließhindernis von beispielsweise 10 bis 15 cm Höhe realisiert werden, welches eine direkte Überflutung der Tiefgarage verhindern kann. Für bestehende Tiefgarageneinfahrten kann eine solche Objektschutzmaßnahme im Zuge von zukünftigen Straßen- bzw. Gehwegsanierungen eingeplant oder als Eigenvorsorge für Privatgaragen vorgeschlagen werden.

### 10.3 Objekte und Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit

In diesem Abschnitt der kommunalen Risikoanalyse werden Bereiche und Objekte betrachtet, von denen potenziell eine öffentliche Gefährdung ausgeht. Hierzu zählen neben ver- und entsorgungsrelevanten Objekten und wassergefährdenden Stoffen auch die Betrachtung von potenziellen Gefahren durch Massenbewegungen (Hangrutschung, Steinschlag/Felssturz) und Altlastenverdachtsflächen.

#### 10.3.1 Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit

Im Rahmen der Starkregenuntersuchung wird geprüft ob im Untersuchungsgebiet Objekte vorliegen, bei denen bei Betroffenheit einer der folgenden Punkte zutrifft:

- Die öffentliche Versorgung kann aufgrund von Domino- oder Kaskadeneffekten nicht mehr gewährleistet werden.
- Menschen können hierdurch gefährdet sein.
- Im Hochwasserfall können möglicherweise austretende wassergefährdende Stoffe oder sonstige Gefahrenstoffe eine potenzielle Gefahr für die Umwelt darstellen.

#### Ver- und entsorgungsrelevante Objekte

Zu ver- und entsorgungsrelevanten Objekten zählen beispielsweise die Stromversorgung, die (Trink-) Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung. In Tabelle 10.8 sind die ver- und entsorgungsrelevanten Objekte im Untersuchungsgebiet aufgelistet. Es muss im Einzelfall geprüft werden, ob im Starkregenfall eine Gefährdung der Allgemeinheit durch den Ausfall versorgungsrelevanter Einrichtungen ausgeht.

**Tabelle 10.8** Ver- und entsorgungsrelevante Objekte bei Auftreten eines seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignisses

Nr.	Objekt	Selten			Außergewöhnlich			Extrem		
		ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung	ÜT [cm]	FG [m/s]	Gefährdung
13	Umformer Ötlingen	5	0	0	5	0	0	25	0	2
14	Umformer Ötlingen	10	0	1	10	0	1	15	0	2
15	Umformer Ötlingen	25	0	2	25	0	2	35	0	2
27	Umformer Lindorf	5	0	1	15	0	2	55	0	2
28	Umformer Buchhartweg	5	0	0	5	0	0	10	0	1

#### Wassergefährdende Stoffe

Im Untersuchungsgebiet liegen keine Einrichtungen und Objekte mit möglichen Schadstoffquellen, die zu einer Gefährdung im öffentlichen Raum führen können, vor.

### **Landwirtschaftliche Betriebe**

Je nach Jahreszeit können in landwirtschaftlichen Betrieben wassergefährdende Stoffe (Dünger, Gülle, ...) gelagert sein. Hier muss im Einzelfall geprüft werden, ob in den durch Starkregen gegebenenfalls betroffenen Gebäuden wassergefährdende Stoffe gelagert werden und eventuell eine Gefahr davon ausgehen könnte.

### **10.3.2 Bereiche mit Gefährdung der Allgemeinheit**

In der Risikoanalyse wurden weitere Informationen herangezogen, um gegebenenfalls bestehende Gefahren durch Massenbewegungen (Hangrutschung, Steinschlag/Felssturz) und Altlastenverdachtsflächen auszumachen. Da die Simulationen für die SRGK derzeit mit Klarwasser durchgeführt werden, besteht durch diese Betrachtung die Möglichkeit Massenumlagerungen qualitativ/vereinfacht zu berücksichtigen.

#### **Hangrutschung und Steinschlag**

Im Untersuchungsgebiet bestehen neben Risiken durch hohe Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten auch Risiken durch geomorphologische Prozesse. Die Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) liefert zu Naturgefahren wie Massenbewegungen (Rutschungen, Steinschlag / Felssturz) weitere Gefahreninformationen für das Untersuchungsgebiet.

Die Gefahrenhinweiskarte ersetzt keine objektbezogene geotechnische Untersuchung. Sie dient als erste Grundlage zur Gefahreneinschätzung mit dem Ziel, Schäden durch vorausschauende Planung zu verhindern bzw. zu minimieren.

Für das Untersuchungsgebiet weist die ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte (LGRB, 2018) keine potenziellen Ausbruchgebiete für Steinschlag und Felssturz sowie keine Rutschungsgebiete nach fernerkundlicher Auswertung auf.

#### **Bodenerosionsgefährdung**

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Flächen identifiziert, von denen eine Bodenerosionsgefährdung ausgeht. Diese Flächen wurden in einer Starkregenrisikokarte dargestellt (vgl. Kapitel 10.6). Auf Grundlage dieser Karte wird ersichtlich, in welchen Bereichen eine geringe, mittlere, hohe, sehr hohe bzw. äußerst hohe Bodenerosionsgefährdung vorherrscht.

#### **Altablagerungsflächen**

Im Rahmen der kommunalen Risikoanalyse wurden ebenfalls potenzielle Altablagerungsstandorte hinsichtlich einer Überflutungsgefährdung geprüft. Relevante Altablagerungsflächen wurden zusammen mit den

Überflutungsausdehnungen der drei Starkregenszenarien (selten, außergewöhnlich, extrem) in einer zusätzlichen Karte dargestellt und zur internen Verwendung an die Stadt Kirchheim unter Teck übergeben.

## 10.4 Zusammenfassung der kritischen Objekte

In Tabelle 10.9 wurden die betroffenen Risikoobjekte zusammengestellt, welche bei einem seltenen, außergewöhnlichen und / oder extremen Abflussereignis eine sehr hohe Gefährdung (3) aufweisen. Die Bürger:innen, die Eigentümer bzw. Nutzer der betroffenen privaten Objekte sind, sollten nach Möglichkeit von der Kommune über ihre Gefährdung informiert werden.

**Tabelle 10.9** Zusammenfassung der von Starkregen betroffenen Risikoobjekte mit einer sehr hohen Gefährdung (3) bei einem seltenen, außergewöhnlichen oder extremen Abflussereignis

Nr.	Kategorie betroffener Risikoobjekte	Selten	Außergewöhnlich	Extrem
<b>Kritische Objekte mit öffentlichem Bezug</b>				
2	Altenbegegnungsstätte	2	3	3
7	Eduard-Mörike GHS	2	2	3
10	Eduard-Mörike GHS	2	2	3
20	Freiw. Feuerwehr Lindorf	3	3	3
21	Bürgerhaus Lindorf	3	3	3
<b>Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur</b>				
2	Altenbegegnungsstätte	2	3	3
17	Entlastungsverdolung	3	3	3
18	Unterführung Ötlingen	3	3	3
20	Freiw. Feuerwehr Lindorf	3	3	3
25	Tiefgarage Rote Morgen	3	3	3
29	Unterführung Lindorf	3	3	3
<b>Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit</b>				
-	-	-	-	-

Nach Ermittlung der Gefährdung der Objekte und Bereiche erfolgte die Erfassung der Vulnerabilität und abschließend die Risikoabschätzung. Um festlegen zu können, für welche Objekte und Bereiche eine detaillierte Betrachtung der Vulnerabilität erfolgen soll (Risikosteckbriefe) wurden alle betroffenen Risikoobjekte mit (mindestens) einer hohen Gefährdung analysiert (vgl. Kapitel 10.1 und Kapitel 10.3).

Die Altenbegegnungsstätte (RO-Nr. 2) wurde aufgrund der hohen Gefährdung (2) beim seltenen und der sehr hohen Gefährdung (3) beim außergewöhnlichen und extremen Abflussereignis für einen Risikosteckbrief ausgewählt. Zudem handelt es sich um ein Objekt mit besonders empfindlichen Bevölkerungsgruppen.

Für die Eduard-Mörrike-Schule (RO-Nr. 7 und RO-Nr. 10) ergibt sich für das seltene und außergewöhnliche Abflussereignis eine hohe Überflutungsgefahr (2), sowie für das extreme Abflussereignis eine sehr hohe Überflutungsgefahr (3). Zusätzlich wird hier das Schadenspotential durch gefährdete Personen als sehr hoch eingeschätzt, weshalb diese Objekte für einen Risikosteckbrief ausgewählt wurden.

Die freiwillige Feuerwehr Lindorf (RO-Nr. 20) und das Bürgerhaus Lindorf (RO-Nr. 21) befinden sich in einem Gebäude. Das Gebäude weist für alle drei Abflussereignisse eine sehr hohe Überflutungsgefahr (3) auf. Die Freiwillige Feuerwehr zählt zu den Akteuren, welche im Starkregenfall schnellstmöglich zur Verfügung stehen müssen (zentrale Funktion in der Krisenmanagementplanung). Aufgrund dessen wurde dieses Gebäude ebenfalls für einen Risikosteckbrief ausgewählt.

Eine Auflistung und kurze Beschreibung der Risikosteckbriefe wird in Kapitel 10.7 gegeben.

## 10.5 Gefahren aus Flusshochwasser: Kritische Objekte und Objekte mit Gefährdung der Allgemeinheit

Für die ganzheitliche Ermittlung der Überflutungsgefährdung durch Hochwasser wurden außerdem die Ergebnisse des Hochwasserrisikomanagements herangezogen. Bei der vorliegenden Starkregenuntersuchung muss berücksichtigt werden, dass die von dem HWGK-Gewässer „Lauter“ ausgehende Hochwassergefahr nicht in den Starkregengefahrenkarten abgebildet wird (Vorgehen nach Leitfaden, s. Kapitel 3.6.1).

Im Rahmen der Risikoanalyse wurden kritische Objekte anhand der Hochwassergefahrenkarten auf eine mögliche Überflutungsgefährdung geprüft. Dazu zählen Objekte mit zentraler Funktion in der Krisenmanagementplanung, Objekte mit besonders empfindlichen Bevölkerungsgruppen sowie Objekte mit wichtigen Versorgungsfunktionen oder mit Publikumsverkehr.

Bei Betroffenheit wurde eine Bewertung der Gefährdung für die Szenarien HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>extrem</sub> durchgeführt (Tabelle 10.12). Als Grundlage diente hierfür die Bewertungsmatrix in Tabelle 10.10. Um individuelle Situationen berücksichtigen zu können, kann von der Bewertungsmatrix abgewichen werden.

*Hinweis: Die Bewertung der Gefährdung durch Flusshochwasser wurde auf Grundlage der exakten Werte der Überflutungstiefen durchgeführt (die Werte wurden zur besseren Lesbarkeit auf 0,05 Schritte gerundet).*

**Tabelle 10.10** Empfohlene Kriterien (als Anhaltspunkt) zur Bewertung der Gefährdung kritischer Objekte durch Flusshochwasser

Überflutungstiefe	Gefährdung
5 – 10 cm	mäßig
10 – 50 cm	hoch
50 – 100 cm	sehr hoch
> 100 cm	sehr hoch

**Tabelle 10.11** Schlüsselliste zur Einordnung der Gefährdung auf Grundlage der empfohlenen Kriterien aus Tabelle 10.10

Inhalt	Schlüssel
nicht gefährdet	0
mäßig	1
hoch	2
sehr hoch	3

Im Untersuchungsgebiet sind keine kritischen Objekte mit öffentlichem Bezug durch Flusshochwasser gefährdet.

Im Rahmen der Risikoanalyse werden potenziell gefährdete Objekte berücksichtigt, die für die Einsatzplanung relevant sind (z.B. Feuerwehr) und die im Hochwasserfall besonders berücksichtigt werden müssen (z.B. Altenheime). Zudem wird geprüft, welche Straßen, Unterführungen und Tiefgaragen potenziell überflutet werden können.

Eine Übersicht der potenziell gefährdeten Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser ist in Tabelle 10.12 dargestellt.

**Tabelle 10.12** Potenziell gefährdete Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser, differenziert nach HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>extrem</sub>

Nr.	Objekt	HQ <sub>10</sub>		HQ <sub>100</sub>		HQ <sub>extrem</sub>	
		ÜT [cm]	Gefährdung	ÜT [cm]	Gefährdung	ÜT [cm]	Gefährdung
17	Entlastungsverdolung	*	3	*	3	*	3
18	Unterführung Ötlingen	70	2	100	3	115	3

*\*Hinweis: Aufgrund der vereinfachten Berücksichtigung von Verdolungen bei Starkregenuntersuchungen werden keine Informationen zu Wassertiefen am Verdolungseinlauf angegeben. Die Entlastungsverdolung Dupiggraben wurde im Zuge der Flussgebietsuntersuchung detailliert betrachtet (hydraulisches Detailmodell).*

Auch für das Flusshochwasser wird geprüft, ob im Untersuchungsgebiet Objekte vorliegen, von denen eine Gefährdung der Allgemeinheit ausgeht. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet liegen bei Flusshochwasser keine Objekte vor, von denen eine Gefährdung der Allgemeinheit ausgeht.

Die Ergebnisse der Hochwassergefahrenkarten (HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>extrem</sub>) wurden in einer Karte zusammen mit denen der Starkregengefahrenkarten (Überflutungsausdehnung der drei Szenarien) für das betroffene Untersuchungsgebiet dargestellt (Anlagen B.3.1 und B.3.2).

## 10.6 Starkregenrisikokarten

Im Rahmen der Risikoanalyse werden Starkregenrisikokarten erstellt (Anlagen B.3). In den Starkregenrisikokarten wird die Überflutungsausdehnung der drei Starkregenereignisse (selten, außergewöhnlich, extrem) zusammen mit den HWGK-Überflutungsflächen (HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>extrem</sub>) dargestellt. Für die Risikoobjekte werden sowohl Gefahren aus Starkregen als auch Gefahren aus Flusshochwasser visualisiert. Eine weitere Starkregenrisikokarte beinhaltet die potenziell überfluteten Straßen und die Gefährdung durch Bodenerosion.

## 10.7 Risikosteckbriefe

Für die von Überflutungen besonders betroffenen kommunalen Risikoobjekte wurden Risikosteckbriefe in Zusammenarbeit mit der Stadt Kirchheim unter Teck erstellt (vgl. Kapitel 10.4). Diese enthalten jeweils eine kurze Darstellung des bestehenden Überflutungsrisikos basierend auf einer Ersteinschätzung, eine Bilddokumentation sowie Maßnahmenvorschläge.

In Abstimmung mit der Stadt Kirchheim unter Teck wurden insgesamt 5 Risikoobjekte für die Erstellung von Risikosteckbriefen ausgewählt. Die Freiwillige Feuerwehr Lindorf (RO-Nr. 20) und das Bürgerhaus Lindorf (RO-Nr. 21) befinden sich im gleichen Gebäude. Somit wurden insgesamt 4 Risikosteckbriefe erstellt. Die ausgewählten Objekte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Die dazugehörigen Steckbriefe befinden sich in der Anlage B.2.

**Tabelle 10.13** Ausgewählte Risikoobjekte für die Erstellung von Risikosteckbriefen im Untersuchungsgebiet

Nr.	Risikoobjekt	Adresse
2	Altenbegegnungsstätte Ötlingen	Stuttgarter Straße 211
7	Eduard-Mörke GHS Kirchheim-Ötlingen	Zum Rübholz 1
10	Eduard-Mörke GHS Kirchheim-Ötlingen	
20	Freiwillige Feuerwehr Lindorf	Oberboihinger Straße 33
21	Bürgerhaus Lindorf	

## 11 Handlungskonzept

Das Handlungskonzept für die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs zur Vermeidung und Minderung von Schäden infolge von Starkregenereignissen stellt eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe dar. Dieser Prozess lässt sich in die Maßnahmenbereiche der Informationsvorsorge, der kommunalen Flächen- und Bauvorsorge, des Krisenmanagements und der Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen unterteilen.

### 11.1 Informationsvorsorge

Die Informationsvorsorge richtet sich an verschiedene Zielgruppen in der Stadt Kirchheim unter Teck. Es sollen sowohl Bürger und Öffentlichkeit, Wirtschaft und Gewerbe sowie die Land- und Forstwirtschaft für Risiken durch Starkregen sensibilisiert werden. Alle Zielgruppen sollen nach Möglichkeit über geeignete Vorsorgemaßnahmen und Handlungsweisen informiert werden, um das Bewusstsein für potenzielle Gefahren durch Starkregen zu schärfen.

Die vorliegenden Gefahren konnten anhand der erstellten Starkregengefahrenkarten sowie der Animationen dargestellt werden. Zur Kommunikation der Gefährdung und des Risikos durch Starkregenereignisse kann die Stadt Kirchheim unter Teck die Starkregengefahrenkarten, neben der Auslage im Rathaus, auch in digitaler Form auf der städtischen Internetseite veröffentlichen. Ergänzend dazu sollte den potenziell Betroffenen eine Anleitung zur Interpretation der Überflutungsgefährdung zur Verfügung gestellt werden, um die Risiken für ihr Eigentum und ihre Gesundheit einschätzen und geeignete Schutzmaßnahmen auf privater Ebene (Eigenvorsorge) umsetzen zu können. Darüber hinaus stellen Informationsveranstaltungen für die potenziell betroffenen Bürger und Akteure ein Mittel der Informationsvorsorge dar. Eine weitere Möglichkeit zur Informationsvorsorge ist ein Auftritt auf der Website der Kommune bzw. die Entwicklung einer Internetplattform oder eines Diskussionsforums. Auf einer solchen Plattform können Schäden durch Starkregenereignisse oder getroffene Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensweisen kommuniziert oder Warnhinweise meteorologischer Dienste eingebunden werden.

Für die potenziell betroffenen Gewerbebetriebe sollte auf spezifische Risikofaktoren hingewiesen werden. Dies kann z. B. das Vorhandensein wassergefährdender Stoffe (ebenfalls in Wohngebäuden) oder hoher Sachwerte sein. Abhängig vom Starkregenereignis können Vorsorgemaßnahmen direkte Schäden und Kosten für Betriebsunterbrechungen und Produktionsausfälle verhindern oder reduzieren. In diesem Bereich fällt auch die Planung einer möglicherweise notwendigen Evakuierung der Belegschaft.

Im Untersuchungsgebiet stellen landwirtschaftlich genutzte Flächen und Waldgebiete 46,2 Prozent der Landbedeckung dar. Für die Akteure aus Land- und Forstwirtschaft sollte speziell auf die Möglichkeiten zur Verringerung von Oberflächenabfluss, Bodenerosion und Verkläusungsgefahr hingewiesen werden. Der Leitfaden nennt hier als Maßnahmen die Querbewirtschaftung von Hängen, das Anlegen von Ackerrandstreifen oder eine angepasste Bodenbearbeitung. Zur Vermeidung der Verkläusung von Durchgangs- und Einlassbauwerken sollten Landwirte weiterhin über eine sinnvolle Lagerung von Stroh- und Silageballen an

Abflusswegen informiert werden, um einer Abschwemmung im Starkregenfall entgegen zu wirken. Ähnliches gilt für den Bereich der Forstwirtschaft, wo Verlegungen durch aus Waldgebieten abgeschwemmte Holzteile vermieden werden sollten.

In der folgenden Tabelle 11.1 sind Publikationen zur Informationsvorsorge für verschiedene Zielgruppen zusammengestellt. Merkblatt DWA – M 119 schlägt beispielsweise ein zielgruppenorientiertes Stufenkonzept zur Risikokommunikation und Informationsvorsorge vor, worüber potenziell Betroffene allgemeine Risikoinformationen und Vorschläge zu Vorsorge- und Objektschutzmaßnahmen erhalten können. Weitere Informationsquellen können auch dem Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ der LUBW entnommen werden.

**Tabelle 11.1** Publikationen zur Informationsvorsorge

<b>Publikation</b>	<b>Quelle (Stand 05.01.2021)</b>
Broschüre „Starkregen - Was können Kommunen tun“, herausgegeben vom Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und der WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2013)	<a href="https://www.wbw-fortbildung.net/pb/wbw-fortbildung/Home/Taetigkeiten/Publikationen.html">https://www.wbw-fortbildung.net/pb/wbw-fortbildung/Home/Taetigkeiten/Publikationen.html</a>
DWA - Themenheft T1/2013 „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“, DWA/BWK (2013)	<a href="https://webshop.dwa.de/de/dwa-themen-t1-2013-august-2013.html">https://webshop.dwa.de/de/dwa-themen-t1-2013-august-2013.html</a>
Handbuch „Die unterschätzten Risiken Starkregen und Sturzfluten“ vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2015)	<a href="https://www.bbk.bund.de/Shared-Docs/Downloads/BBK/DE/Presse/Pressemeldung_2016/PM_Starkregen-Sturzfluten.html">https://www.bbk.bund.de/Shared-Docs/Downloads/BBK/DE/Presse/Pressemeldung_2016/PM_Starkregen-Sturzfluten.html</a>
DWA - Merkblatt M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge (2016)	<a href="https://webshop.dwa.de/de/dwa-m-119-risikomanagement-11-2016.html">https://webshop.dwa.de/de/dwa-m-119-risikomanagement-11-2016.html</a>
Kompaktinformation für Landwirte „Nach dem Hochwasser – Maßnahmen in der Landwirtschaft, Maßnahmen im Acker-, Obst- und Gemüsebau“, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (2015)	<a href="https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/documents/43970/44031/Massnahmen_Landwirtschaft_Acker_Obst_Gemuese.pdf/e942d97a-e496-4365-87d5-734b1aee3918">https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/documents/43970/44031/Massnahmen_Landwirtschaft_Acker_Obst_Gemuese.pdf/e942d97a-e496-4365-87d5-734b1aee3918</a>
Steckbriefe für die Praxis „Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen“, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2018)	<a href="https://www.wbw-fortbildung.net/pb/wbw-fortbildung/Home/Taetigkeiten/Publikationen.html">https://www.wbw-fortbildung.net/pb/wbw-fortbildung/Home/Taetigkeiten/Publikationen.html</a>
WBW - Folienpräsentation: „Risiko durch Starkregen, Vorsorgen, Agieren, Nachsorge; Möglichkeiten Schäden durch Starkregen mittels fachgerechter Gewässerunterhaltung zu minimieren“ (2016)	<a href="http://www.wald-corbe.de/upload/pdf/20161019_wbw_starkregen-ko.pdf">http://www.wald-corbe.de/upload/pdf/20161019_wbw_starkregen-ko.pdf</a>

## 11.2 Kommunale Flächen- und Bauvorsorge

Die Bauleitplanung stellt ein wichtiges kommunales Steuerinstrument zur Risikominderung bei Starkregen dar. Zur Bau- und Flächenvorsorge zählen Maßnahmen der Überflutungsvorsorge in der Bauleitplanung. Nach dem Starkregenleitfaden sollten neben den Hochwassergefahren auch die in den Starkregengefahrenskarten identifizierten Überflutungsbereiche in allen zukünftigen Planungen berücksichtigt werden.

Der Flächennutzungsplan bietet die Möglichkeit Gebiete, wie Bau- und Verkehrsflächen und allgemein Bereiche mit einer Starkregengefährdung zu kennzeichnen und Vorranggebiete für die Starkregenvorsorge auszuweisen. Hier können bereits Vorgaben zum Zwecke der Vermeidung von Starkregenschäden eingearbeitet werden. Im Bebauungsplan können für zukünftige Bauvorhaben bauliche Vorkehrungen zur Minimierung von Risiken durch Starkregen festgesetzt werden. Diese beinhalten die Festsetzung nicht überbaubarer Gebiete (z. B. im Hauptfließweg) oder das Freihalten von Flächen für natürlichen Wasserrückhalt bzw. Versickerung.

Die Starkregengefahrenkarten können genutzt werden, um die Betroffenheit von zukünftigen Bauprojekten auszuschließen bzw. bei Betroffenheit frühzeitig reagieren und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können. Oftmals können kleine Veränderungen z.B. in der Erschließungsplanung reichen, um die Überflutungsfahr durch Starkregen für ein geplantes Neubaugebiet deutlich zu reduzieren. Dabei darf die Hochwassergefahr für Unterlieger niemals verschlechtert werden.

### 11.3 Krisenmanagement

Die Kernaufgabe des kommunalen Krisenmanagements ist es auf den Ernstfall so vorbereitet zu sein und die Grundlagen und Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass Überflutungsschäden vermieden oder nach entstandenen Schäden der Normalzustand wieder hergestellt werden kann (Resilienz). Das Aufgabenspektrum der Akteure des Krisenmanagements umfasst somit die Vorsorge, Vorbereitung, Bewältigung und Nachbereitung von Starkregenereignissen. Bei Hochwasser sind zum Schutz der Bürger und des Stadtgebietes seitens der Kommune eine Vielzahl von Alarmierungen vorzunehmen, die Einsatzkräfte einzuteilen und Entscheidungen über Maßnahmen an kritischen Objekten zu treffen.

Um Schäden durch Starkregenereignisse effektiv vermeiden zu können, bedarf es einer guten Vorbereitung und detaillierten Planung im Vorfeld. Die Vorwarnzeiten der konvektiven und kleinräumigen Niederschlagsereignisse sind äußerst gering, so dass der kurze Zeitraum zwischen der ersten Warnung (Wetterwarnungen, HW-Frühwarnungen, lokale Pegelstände, örtliche Beobachtungen etc.) und dem Eintreten der kritischen Überflutungssituation optimal für Schutz- und Abwehrmaßnahmen genutzt werden muss.

Ein zentraler Bestandteil der Starkregenvorsorge stellt die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung dar. In Baden-Württemberg wurde ein vierstufiges Hochwasseralarmstufenmodell (LUBW 2016, Anhang 2) entwickelt, welches auch für kleine Einzugsgebiete mit geringen Vorwarnzeiten geeignet ist. Grundlage hierfür bilden vor allem die Starkregengefahrenkarten und die durchgeführte Risikoanalyse in Kapitel 10.

Die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung für Starkregenereignisse erfolgt in mehreren Schritten. Innerhalb des vorliegenden Handlungskonzeptes wurden gemäß Leitfaden die Schritte I und II zur Hochwasseralarm- und Einsatzplanung für die Gefahrenlage Starkregenereignis erarbeitet.

In Schritt I wurden aufbauend auf der Risikoermittlung und -bewertung kritische Objekte und Bereiche ermittelt (Kapitel 10.1 und 10.3). Dabei wurden insbesondere kritische Infrastruktureinrichtungen (Feuerwehr, Zufahrtstrecken, ...) und Objekte, bei denen eine große Zahl an Personen gefährdet sein können (Kindergärten, Krankenhäuser, ...) betrachtet.

In Schritt II wurden örtliche Beobachtungen von Wetterereignissen und –wirkungen sowie meteorologische Kenntnis und langjährige Erfahrung zur Erkennung von konvektiven Starkregenereignissen genutzt. Zudem wurden Indikatoren festgelegt, welche auf eine baldige kritische Entwicklung hinweisen. Die Auflistung der Indikatoren und deren Zuordnung in die 4 Alarmstufen aus Anhang 2 befinden sich in Tabelle 11.2. Für das seltene Ereignis kann ein Schwellenwert von 40 mm/h, für das außergewöhnliche Ereignis ein Schwellenwert von 60 mm/h und für das extreme Abflussereignis ein Schwellenwert von 120 mm/h angesetzt werden (DWA M119).

**Tabelle 11.2** Indikatoren und deren Zuordnung in die 4 Alarmstufen für das Untersuchungsgebiet

0 Monitoring	1 Warnphase	2 Kontrollphase	3 Notfallphase
Wetterwarnung (z.B. DWD, HVZ, HMO)	Niederschlag $\geq 30$ mm/h	Niederschlag $\geq 40$ mm/h (vgl. seltenes Starkregenereignis)	Niederschlag $\geq 60$ mm/h (vgl. außergewöhnliches Starkregenereignis) bzw. Niederschlag $\geq 120$ mm/h (vgl. extremes Starkregenereignis)
Ruhezustand, keine Überflutungen	Es entstehen geringe Überflutungen in kritischen Bereichen bzw. an Risikoobjekten (Kapitel 10.1 und 10.3)	Überflutungen in kritischen Bereichen bzw. an Risikoobjekten (Kapitel 10.1 und 10.3) werden stärker aber sind noch kontrollierbar	Überflutungen in kritischen Bereichen bzw. an Risikoobjekten (Kapitel 10.1 und 10.3) sind außer Kontrolle

Allgemein sollte beachtet werden, dass je nach Jahreszeit und Wetterlage unterschiedliche Bodenfeuchten und Vegetationsbedeckungen im Untersuchungsgebiet vorhanden sein können. Sind die vorliegenden Böden beispielsweise bei einem ankommenden Starkregenereignis bereits gesättigt, können Sie nur noch wenig bzw. kein Wasser mehr aufnehmen und es kommt schneller zu starken Abflüssen.

In Schritt III werden auf Basis des Hochwasseralarmstufenmodells Maßnahmen für kritische Objekte und Infrastruktureinrichtungen geplant. Die Maßnahmen werden dann den jeweiligen Indikatoren zugeordnet. Als Ergebnis wird im Alarm- und Einsatzplan mit Hilfe einer Warnmatrix eine Zuordnung der Maßnahmen zu den Indikatoren und den Alarmstufen vorgenommen. Schritt III ist gemäß Leitfaden nicht mehr Teil der vorliegenden Starkregenuntersuchung.

Die Vorlage eines Hochwasseralarm- und Einsatzplans ist gemäß der aktuellen Förderrichtlinie Wasserwirtschaft zur Förderung von Hochwasserschutzmaßnahmen durch das Land erforderlich.

Nach dem Leitfaden des Landes (LUBW, 2016) sollten weitere, objektspezifische bzw. individuelle Hochwasseralarm- und Einsatzpläne von den Betreibern kritischer Infrastruktur, von Wirtschaftsunternehmen, Kulturinstitutionen etc. entwickelt werden. Für ein möglichst effektives Zusammenspiel im Ereignisfall ist zudem eine gute Kommunikation zwischen der Kommune und den unterschiedlichen Akteuren und Institutionen im Stadtgebiet zwingende Voraussetzung.

## 11.4 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen

Im Rahmen des Starkregenrisikomanagementkonzeptes für die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs in der Stadt Kirchheim unter Teck wird ein Maßnahmenpaket vorgeschlagen, das als planerische Grundlage für kommunale bauliche Vorsorge-, Schutz- und Unterhaltungsmaßnahmen dient. Ziel ist es wild abfließendes Oberflächenwasser bei Starkregenereignissen zurückzuhalten und schadlos abzuleiten, um Schäden in sensiblen Bereichen und an kritischen Objekten zu verhindern. Im Folgenden wird das erarbeitete Maßnahmenpaket der kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für das Untersuchungsgebiet beschrieben. Dabei kann zwischen allgemeinen Maßnahmen im Außen- und Innenbereich (jeweils bereichs-unabhängig) sowie bereichsspezifischen baulichen Maßnahmen unterschieden werden.

### 11.4.1 Allgemeine Maßnahmen im Außenbereich

Im Außenbereich kann zwischen land- und forstwirtschaftlicher Überflutungsvorsorge unterschieden werden. Die Maßnahmen dienen der Reduktion des Außengebietswassers und der Reduktion der Bodenerosion. Über eine Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts in den Außengebieten kann eine Verbesserung der Überflutungssituation in der Ortslage erzielt werden. Es können dafür folgende Maßnahmen in der Fläche vorgeschlagen werden:

#### Landwirtschaftliche Maßnahmen

- Koordinierte Anbauplanung
- Flurbereinigung
- Anlegen von Ackerrand- oder Grünstreifen bzw. Erosionsschutzstreifen
- Querbewirtschaftung
- Alternative Aussaatverfahren (z. B. Untersaat, Zwischenfrüchte)
- Konservative Bodenbearbeitung (z. B. Mulchsaat)

#### Forstwirtschaftliche Maßnahmen

- Bodenschuttkalkung
- Bodenschonende Holzernte
- Hangparallele Ausrichtung von Rückegassen
- Feldgehölzaufforstung
- Freiflächenvermeidung
- Mischwaldetablierung

#### Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen

- Retentionsmulden
- Wegwasserableitung
- Anheben von Feldwegen (z.B. oberhalb Birkenweg / Rappen in Lindorf zu empfehlen)
- Wegerückbau

- Wiedervernässung
- Bachrenaturierungen
- Weitere Leiteinrichtungen (z.B. Verwallungen / Mauern) und Überleitungen (Graben, Flutmulde)

Weitere Informationsquellen zu Maßnahmen im Außenbereich auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen sind in Tabelle 11.1 angegeben. Nähere Informationen zu Konzepten und Maßnahmen zur Stärkung des natürlichen Wasser- und Bodenrückhalts auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen können zum Beispiel auch LUBW (2017) oder BWK & DWA (2013) entnommen werden.

#### **11.4.2 Allgemeine Maßnahmen im Innenbereich (Schwammstadt)**

Die Maßnahmen im Innenbereich zielen sowohl auf die Nutzung und Optimierung des vorhandenen Rückhaltevermögens als auch auf den Schutz bestehender Gebäudeinfrastruktur ab.

Straßen und Wege im Untersuchungsgebiet, die im Starkregenfall zu Fließwegen werden, können als zusätzliche Retentionsräume und Notwasserwege genutzt werden. Dabei wird das verfügbare Speichervolumen des Straßenraumes durch die niedrigste Gehweghinterkante festgelegt. Durch Absenken des Straßenniveaus, Erhöhung der Bordsteine oder durch Vergrößerung der Querneigung und Zuleitung zu einer Mittelrinne („umgekehrtes Dachprofil“) im Zuge von straßenbaulichen Sanierungen kann das vorhandene Stauvolumen vergrößert werden. Dabei sind weitere Kriterien zu berücksichtigen, die unter Umständen den aktuellen Maßstäben der verkehrlichen und städtebaulichen Erschließung mit zeitgemäßer, z. B. barrierefreier und behindertengerechter Straßengestaltung, entgegenstehen. Weitergehende Informationen zur Verbesserung der Abflusssituation im Verkehrsraum können beispielsweise BWK & DWA (2013) oder LUBW (2016) entnommen werden.

Frei- und Grünflächen mit vergleichsweise untergeordneter Nutzung können als Notretentionsräume genutzt werden. Folgende Flächen im Innenbereich sind zur Zwischenspeicherung von Oberflächenwasser bei Starkregen grundsätzlich geeignet (BWK & DWA, 2013):

- öffentliche Grünflächen (z. B. Parkanlagen, Rasenflächen)
- (befestigte) öffentliche Plätze ohne Bebauung
- Straßenflächen mit relativ geringer verkehrlicher Nutzung
- großflächige öffentliche Sportanlagen und Spielplätze (z. B. Bolzplätze, Liegewiesen von Bädern)
- selten genutzte Parkplatzflächen (z. B. P&R-Plätze)
- Teichanlagen und künstliche Seen
- Brachflächen und unbebaute Flächen

Bei der Beurteilung der Eignung von Grün- und Freiflächen zur Notretention sollten folgende Kriterien herangezogen werden:

- Risiko für Leib und Leben
- zu erwartende Schmutz- und Schadstoffbelastung des Oberflächenwassers (Hygiene)
- Flächennutzungen im Umfeld (z. B. Gewerbe mit Umgang mit wassergefährdenden Stoffen)

- Besitzverhältnisse (kommunal, privat)
- Bodenverhältnisse (Aufschüttung, natürlicher Boden, Altlastenverdacht, Grundwasserstand usw.)
- Feuchteverträglichkeit der Vegetation (v. a. bei wertvollem Baumbestand)
- zu erwartender Schaden bei Flutung (z. B. Sachschäden, Kosten für Reinigung, Hygiene, Bodenabtrag, Wiederherstellung, Bodenbeprobung usw.)
- Möglichkeiten der Wasserzuführung
- Genehmigungspflichtigkeit

Mit geeigneten Objektschutzmaßnahmen soll das Eindringen von Wasser in den Gebäudebestand verhindert werden. Die Gefährdung durch starkregenbedingte Überflutungen ist dabei in den Gebäudeuntergeschossen (Keller, Tiefgaragen, etc.) am höchsten. Bei den Objektschutzmaßnahmen (auch als private Eigenvorsorge) lassen sich drei gestaffelte Schutzziele voneinander unterscheiden (LUBW, 2016):

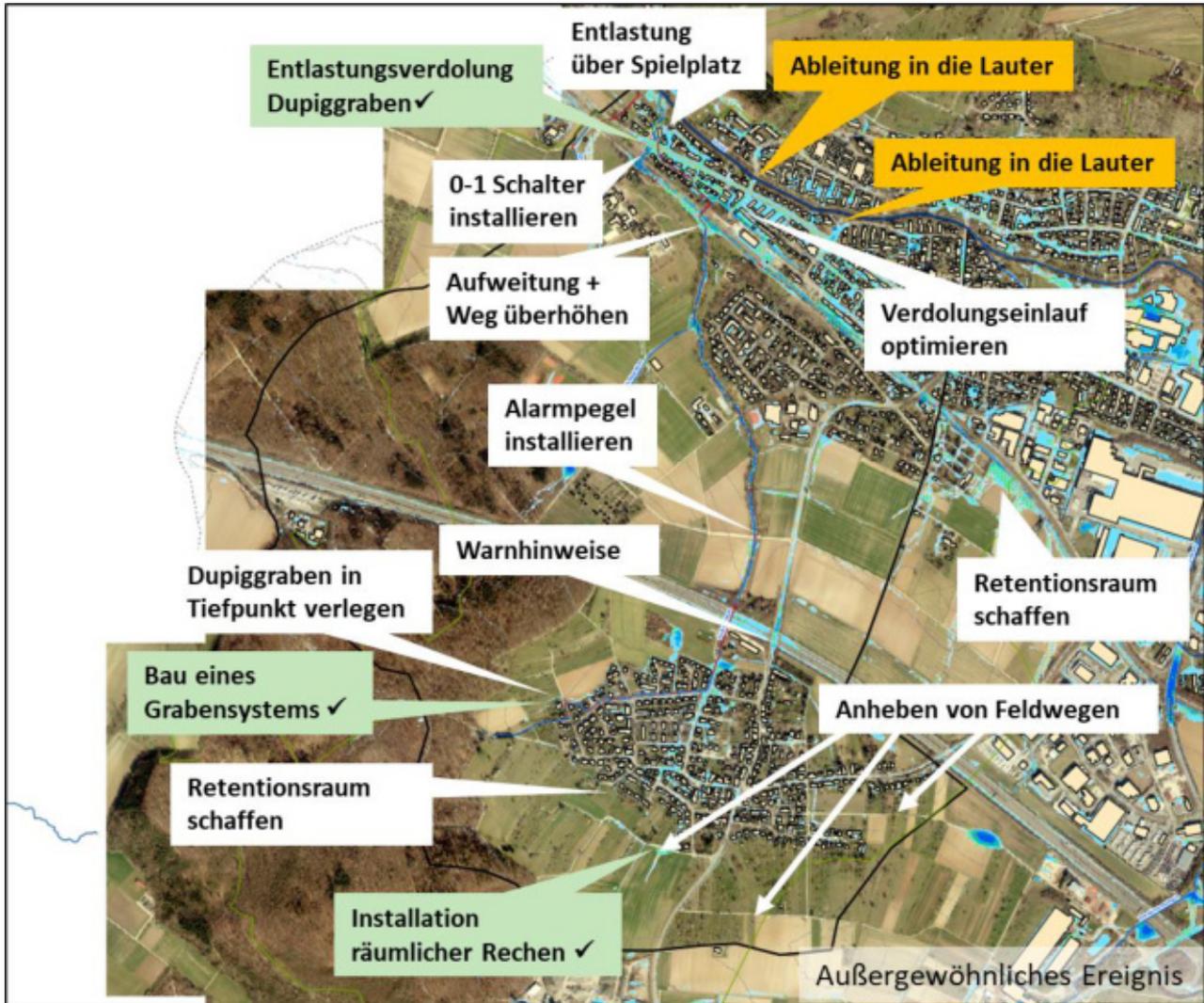
- Wasser fernhalten bzw. ableiten (Verwallungen, Dämme, Geländemodellierungen, Schutzmauern)
- Wassereintritt verhindern (permanente Objektschutzmaßnahmen, s. BWK & DWA, 2013)
- Schäden minimieren (Vorsorge, Versicherung, Nutzungsanpassung)

#### **11.4.3 Kommunale bauliche Maßnahmen für die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs in der Stadt Kirchheim unter Teck**

In diesem Kapitel werden Vorschläge zu kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen für das Untersuchungsgebiet aufgeführt. Hierbei handelt es sich um kritische Stellen, die in der hydraulischen Gefährdungsanalyse als potenzielle Problemstellen identifiziert wurden.

Dabei wurde das außergewöhnliche Starkregenereignis herangezogen. Der Leitfaden sieht vor die Wirksamkeit der Maßnahmen bei einem außergewöhnlichen Abflussszenario anzustreben. Für ein extremes Starkregenereignis ist davon auszugehen, dass der Fall einer Überströmung bzw. einer Überlastung eintreten wird (LUBW, 2016). Für größere wasserbauliche Maßnahmen ist die Bemessung auf Basis der OAK nicht mehr ausreichend (vgl. Kapitel 7.4).

Eine Übersicht der Lage der kommunalen baulichen Maßnahmen ist in Abbildung 11.1 dargestellt. Bereits umgesetzte Maßnahmen (OT Lindorf: Installation räumlicher Rechen, Bau eines Grabensystems; OT Ötlingen: Entlastungsverdolung Dupiggraben) sind in Abbildung 11.1 grün dargestellt. Maßnahmen, bei denen eine Abstimmung mit dem HWS-Konzept der Flussgebietsuntersuchung erforderlich ist, sind in Abbildung 11.1 orange dargestellt. Nachfolgend werden die einzelnen Maßnahmen erläutert.



**Abbildung 11.1** Übersicht der kommunalen baulichen Maßnahmen

### **Bereich Lauter – Ableitung der Fließwege prüfen / Notentlastung über Spielplatz**

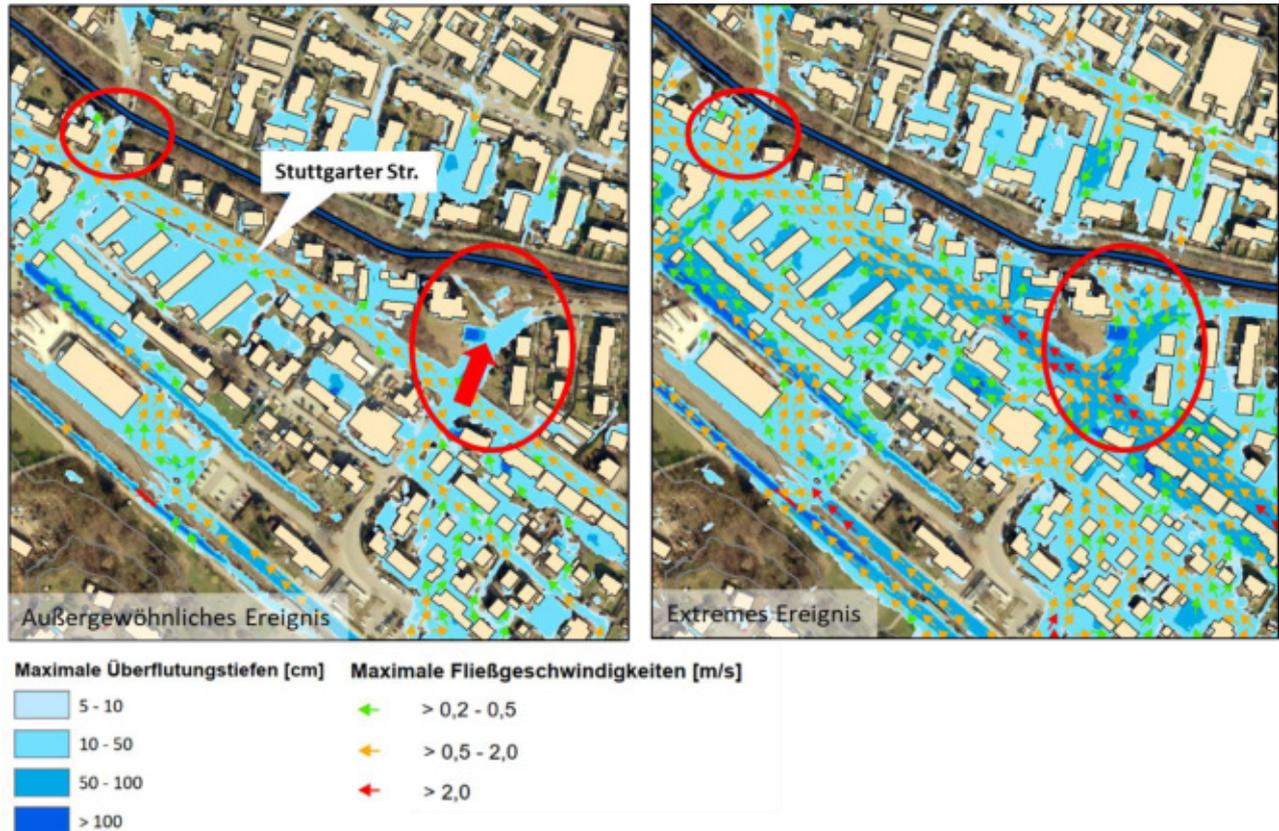
Im Starkregenfall fließt Wasser entlang der Stuttgarter Straße Richtung Entlastungsverdolung Dupiggraben (Abbildung 11.2). Aufgrund dessen kann die Situation an der Entlastungsverdolung des Dupiggrabens zusätzlich verschärft werden.

Es werden folgende bauliche Maßnahmen vorgeschlagen:

- Ableitung der Fließwege in die Lauter herstellen / prüfen
- Entlastung über Spielplatz Steingrubenweg

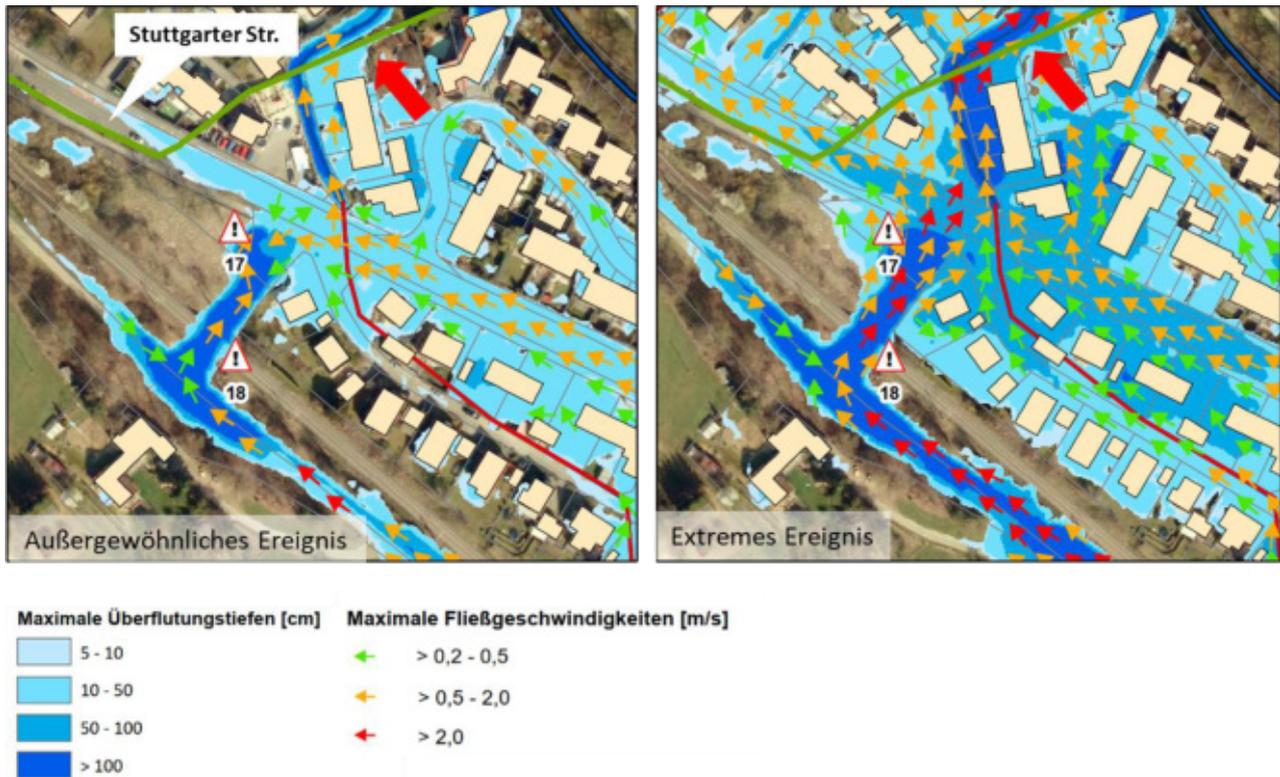
Die Ableitung der Fließwege kann z.B. über Leiteinrichtungen (Verwallung, Mauer), Überleitungen (Graben, Flutmulde), die Neigung der Straße, Längsdrainagen im Bordstein etc. realisiert werden. Die Maßnahme muss mit dem HWS-Konzept der Flussgebietsuntersuchung abgestimmt werden. Anhand von automatischen Rückstauklappen kann z.B. verhindert werden, dass eine erhöhte Überflutungsgefahr durch Flusshochwasser aus der Lauter entsteht.

Es ist sicherzustellen, dass keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird.



**Abbildung 11.2** Bereich Lauter – Ableitung der Fließwege herstellen / prüfen

Von der Stuttgarter Straße kommend, kann sich im Starkregenfall ein Hauptfließweg in Richtung Entlastungsverdolung Dupiggraben ausbilden. Um den Tiefpunkt zu entlasten und die Überflutungsgefährdung im Steingrubenweg zu reduzieren, wird die Erstellung einer Notentlastung über den Spielplatz empfohlen (Abbildung 11.3).



**Abbildung 11.3** Bereich Dupiggraben – Notentlastung über Spielplatz herstellen

*Hinweis: Aufgrund einer starken Überflutungsgefährdung durch Kanalüberstau, wird im Bereich der Dupiggrabenverdolung im Wendlinger Weg zusätzlich ein Festschrauben der Kanaldeckel empfohlen.*

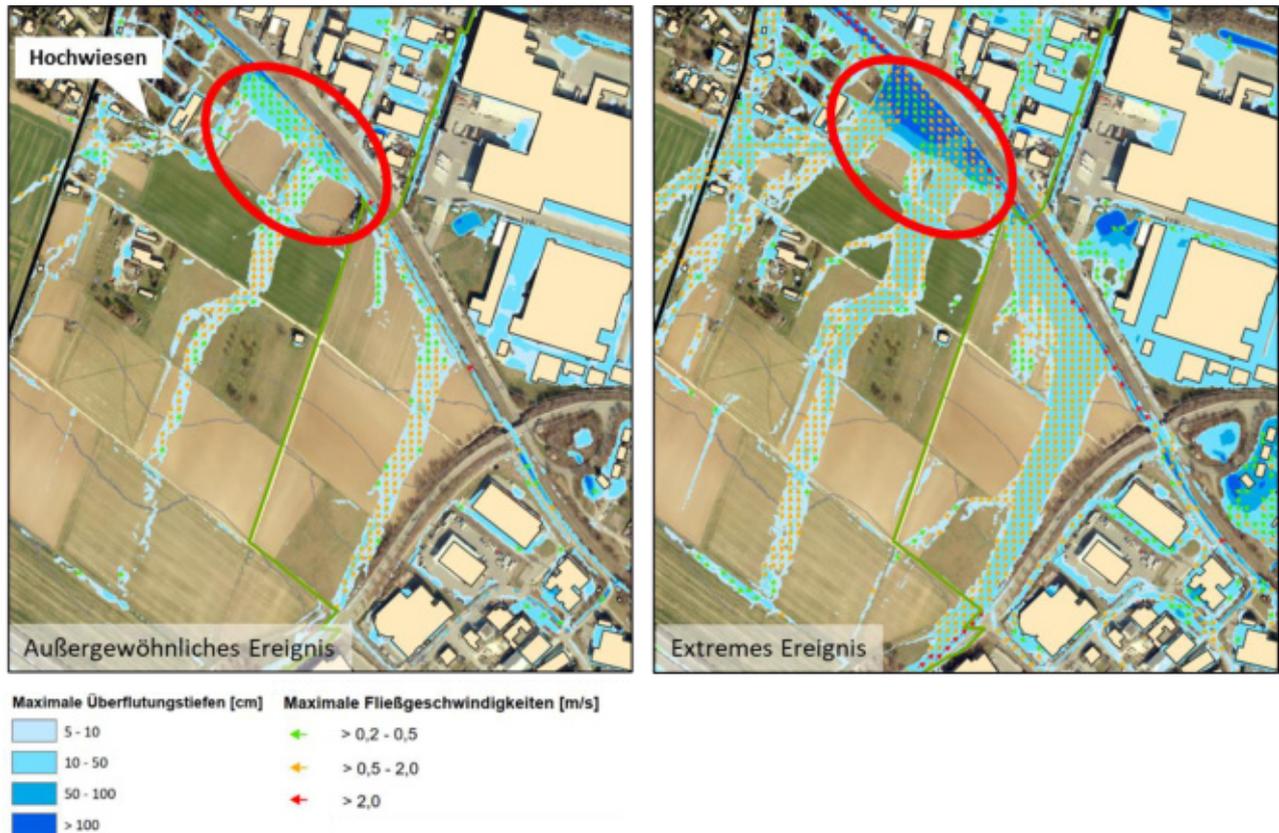
Zur Verwirklichung der Maßnahmen müssen eine enge Abstimmung mit den Grundstückseigentümern erfolgen und weitergehende Planungen durchgeführt werden.

### Bereich Hochwiesen – Retentionsraum schaffen

Im Bereich Hochwiesen bilden sich im Starkregenfall Fließwege aus (Abbildung 11.4). Zur Reduzierung der Überflutungsgefahr durch Starkregen wird folgende bauliche Maßnahme vorgeschlagen:

- Retentionsraum schaffen / prüfen

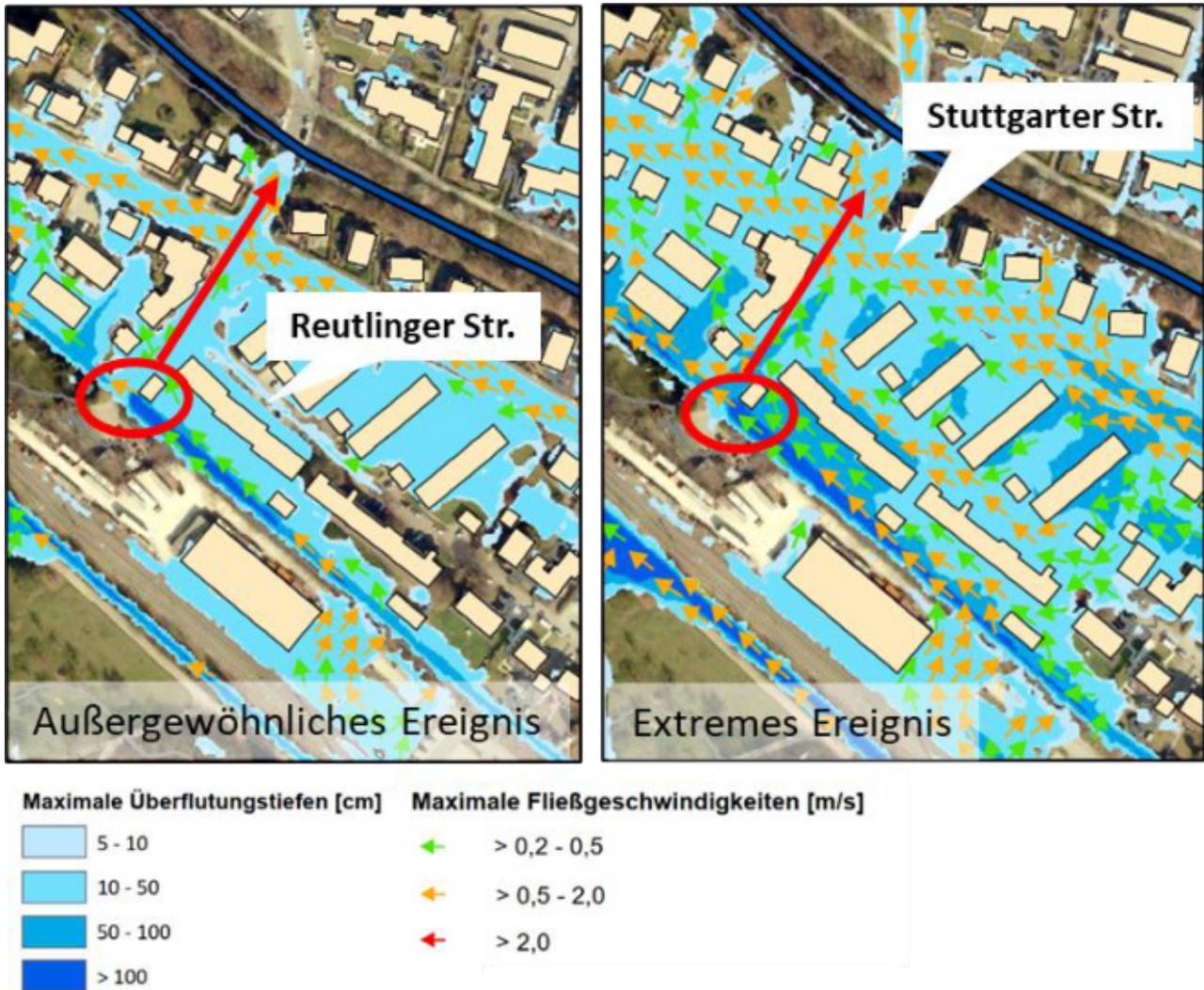
Im rot markierten Bereich (Abbildung 11.4) soll geprüft werden, ob ein Retentionsraum geschaffen werden kann. Dadurch könnte die Überflutungsgefahr in Ötlingen reduziert werden. Zur Dimensionierung müssen weitergehende Planungsschritte durchgeführt werden. Es ist sicherzustellen, dass keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird.



**Abbildung 11.4** Bereich Hochwiesen – Retentionsraum schaffen

### **Bereich Reutlinger Straße / Stuttgarter Straße – Verdolungseinlauf**

Parallel zur Reutlinger Straße befindet sich ein Graben. Dieser kann im Starkregenfall Wasser abführen. Der Graben liegt unter der Stuttgarter Straße verdolt vor und mündet in die Lauter (Abbildung 11.5). Der Verdolungseinlauf ist in Abbildung 11.5 rot umrandet.



**Abbildung 11.5** Bereich Reutlinger Straße / Stuttgarter Straße – Verdolungseinlauf optimieren

Es werden folgende bauliche Maßnahmen vorgeschlagen:

- Umbau des Einlaufs (z.B. räumlicher Rechen)
- Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Verdolung
- Einbau von mehreren Grobrechen

In Abbildung 11.6 ist der momentane Zustand des Verdolungsein- und auslaufs dargestellt, bei welchem auf Grund von Verlegung in der Simulation beim extremen Abflussereignis nur der halbe Querschnitt angesetzt wurde (Kapitel 5.2). Der Verdolungseinlauf stellt eine Problemstelle dar und kann durch einen Umbau optimiert werden (räumlicher Rechen). Es ist außerdem sicherzustellen, dass die Verdolung ausreichend dimensioniert ist (hydraulischer Nachweis), so dass das ankommende Wasser abgeführt werden kann und somit keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird.



**Abbildung 11.6** Zustand des Verdolungsein- und auslaufs bei der Ortsbegehung am 09.07.2020

Vorgesaltete Grobrechen stellen eine sinnvolle Maßnahme dar, die Verlegungsgefahr am Verdolungseinlauf zu verringern (Abbildung 11.7). Diese halten Grobmaterial wie beispielsweise abgeschwemmte Äste zurück und sollten in mehreren Reihen angeordnet werden. Die Zugänglichkeit zur Unterhaltung bzw. Räumung der Rechen sind wichtige Aspekte bei der Standortwahl. Des Weiteren spielt die Wahl geeigneter Materialien (z.B. Metall) eine entscheidende Rolle für die Beständigkeit des Grobrechens. Die Dimensionierung der Rechen orientiert sich dabei an den zu erwartenden Abflüssen. Im Starkregenfall sollte ein Aufstau grundsätzlich vermieden und im Fall einer Verlegung eine Umläufigkeit sichergestellt werden.



**Abbildung 11.7** Kommunale bauliche Maßnahmen – Beispiele kleiner vorgeschalteter Grobrechen aus verschiedenen Materialien zum Rückhalt von angeschwemmten Grobmaterial und zusätzlichen Verlegungsschutz für Rechenbauwerke

Zur Verwirklichung der Maßnahmen müssen eine enge Abstimmung mit den Grundstückseigentümern erfolgen und weitergehende Planungen durchgeführt werden.

### **Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – Alarmpegel zur Vorwarnung / Treibgutrückhaltung**

Im Starkregenfall ist das Gewässer Dupiggraben als sehr kritisch zu betrachten. Wasser fließt aus Richtung Lindorf in Richtung Ötlingen und kann verheerende Überflutungen auslösen.

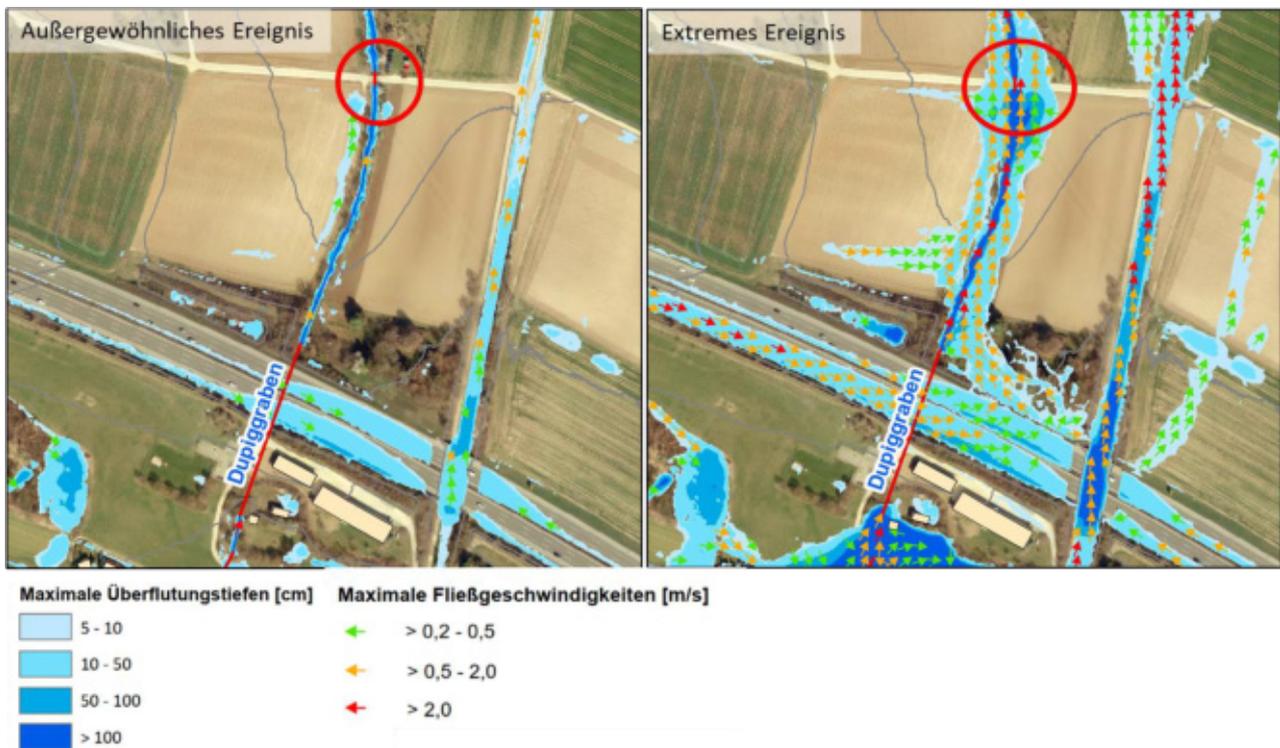
Es werden folgende bauliche Maßnahmen vorgeschlagen:

- Alarmpegel zur Vorwarnung installieren
- Aufweitung mit Metallrechen und großflächiger Treibgutrückhaltung sowie Erhöhung des Weges / Damm entlang Graben schütten

- 0-1 Schalter zur Vorwarnung installieren

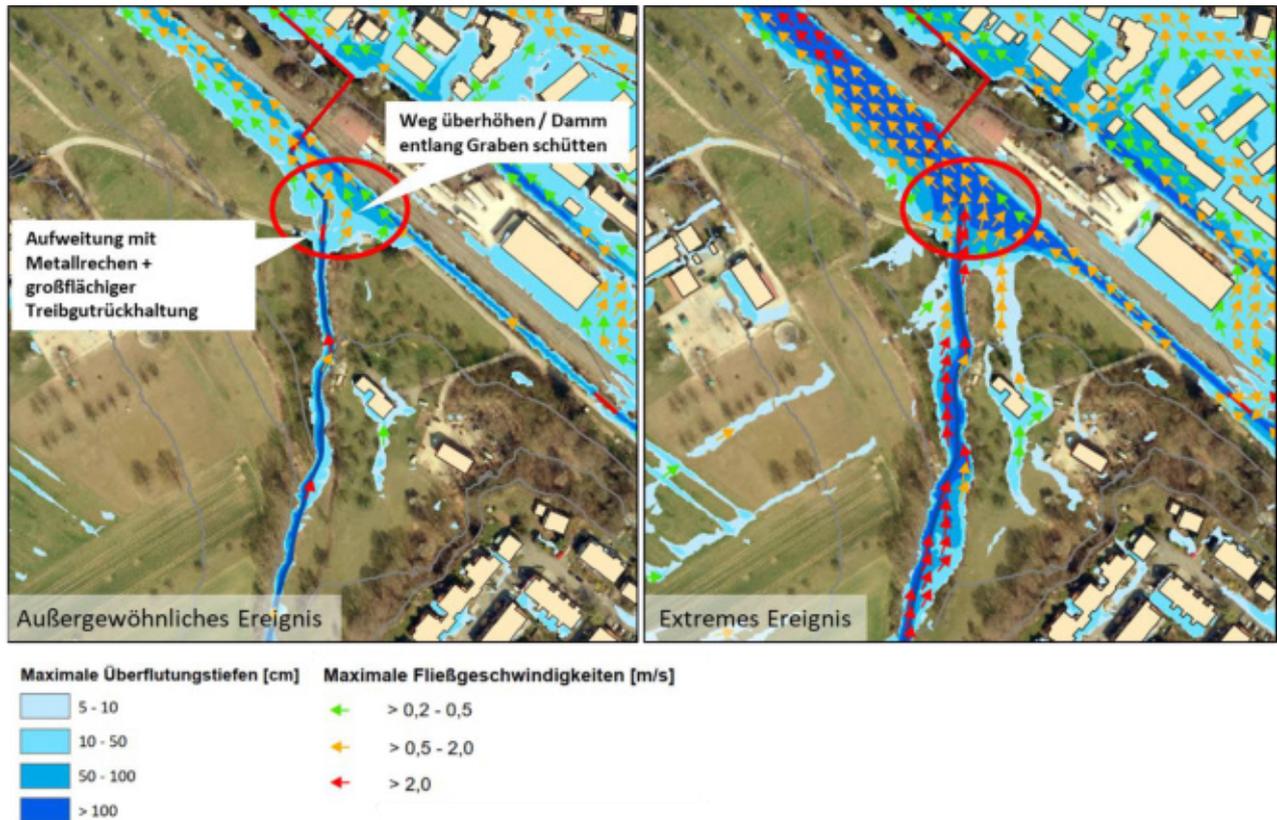
Schäden lassen sich durch eine möglichst frühzeitige Warnung verhindern oder zumindest in ihrem Ausmaß reduzieren. Dies ermöglichen beispielsweise Alarmpegel, die bei der Überschreitung bestimmter Wasserstände automatisch die zuständigen Stellen informieren. Durch eine frühzeitige Alarmierung können beispielsweise mobile Schutzmaßnahmen rechtzeitig aufgebaut und Einsatzkräfte (Feuerwehr, Bauhof) alarmiert werden. Solche Alarmpegel verbessern auch während des Ereignisses das Hochwassermanagement.

Im vorliegenden Untersuchungsgebiet wird im Bereich des Dupiggrabens ein Alarmpegel empfohlen (Lage in Abbildung 11.8 rot markiert). Dadurch kann im Starkregenfall unterstrom an der Entlastungsverdolung im Bereich der Stuttgarter Straße schnell reagiert werden.



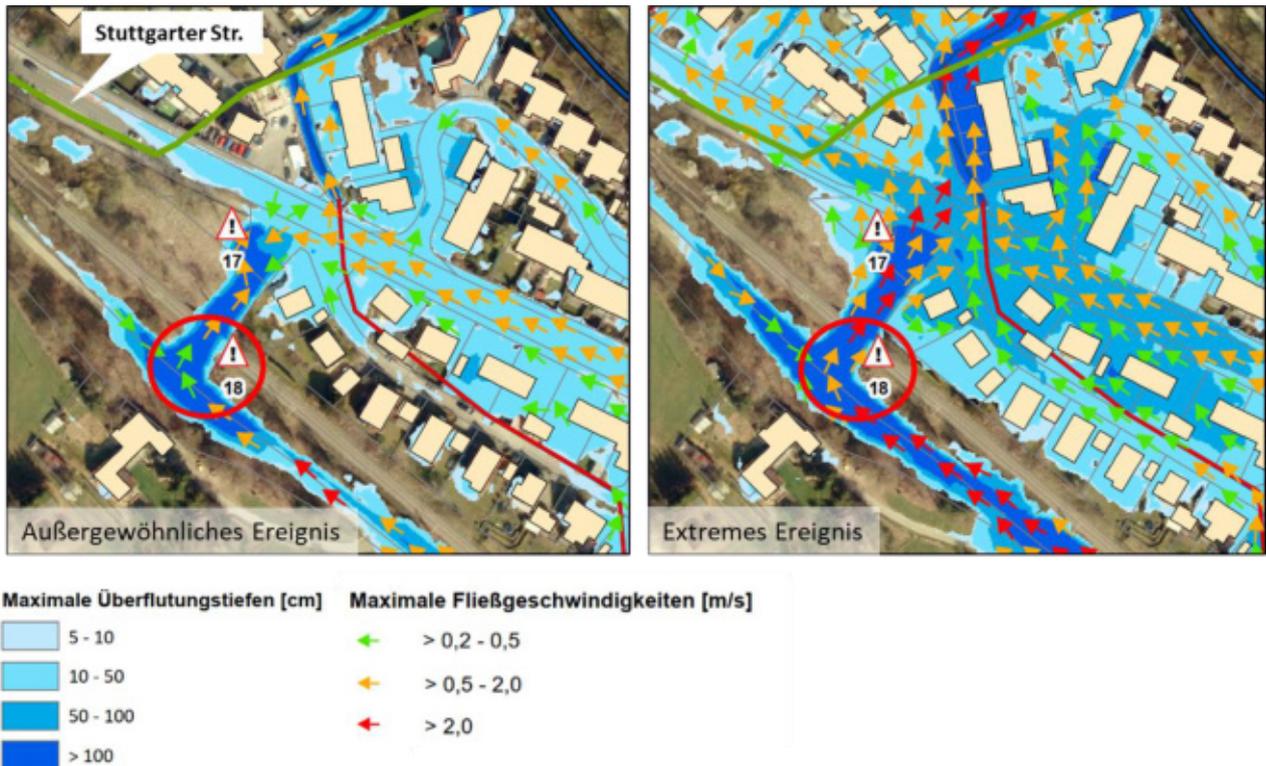
**Abbildung 11.8** Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – Alarmpegel zur Vorwarnung installieren

Weiterhin wird nach Abstimmung mit der Stadt Kirchheim unter Teck eine Aufweitung mit einem Metallrechen (vgl. Abbildung 11.7) sowie einer großflächigen Treibgutrückhaltung im rot markierten Bereich in Abbildung 11.9 vorgeschlagen. Zusätzlich wird empfohlen den Weg zu überhöhen bzw. einen Damm entlang des Grabens zu schütten (Abbildung 11.9).



**Abbildung 11.9** Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – Aufweitung mit Metallrechen und großflächiger Treibgutrückhaltung sowie Erhöhung des Weges / Damm entlang Graben schütten

Zusätzlich wird ein 0-1 Schalter im Bereich der Unterführung an der Entlastungsverdolung des Dupiggrabens empfohlen (Abbildung 11.10). Somit erfolgt eine zusätzliche Alarmierung sobald in der Unterführung Wasser steht.



**Abbildung 11.10** Bereich Dupiggraben (OT Ötlingen) – 0-1 Schalter zur Vorwarnung installieren

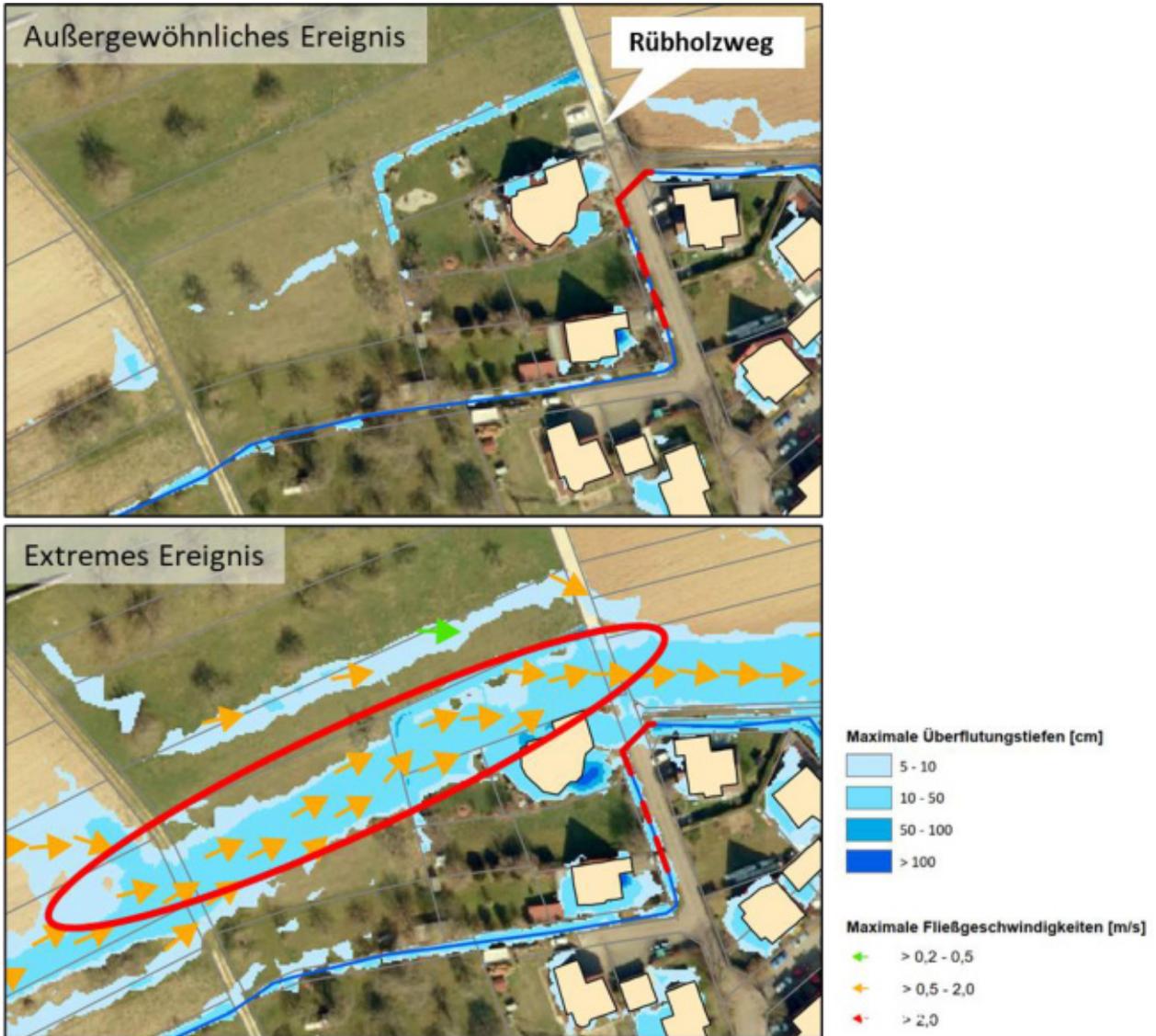
### **Bereich Dupiggraben (OT Lindorf) – Verlegung des Gewässers in den Tiefpunkt**

Im Starkregenfall ist der Dupiggraben im Ortsteil Lindorf ebenfalls als kritisch zu betrachten. Beim extremen Abflussszenario bildet sich abseits des Gewässers ein Hauptfließweg in der Taltiefenlinie nahe dem Rübholzweg aus (Abbildung 11.11).

Es wird folgende bauliche Maßnahme vorgeschlagen:

- Verlegung des Gewässers in die Tiefenlinie

Es ist sicherzustellen, dass keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird. Zur Verwirklichung der Maßnahme müssen eine enge Abstimmung mit den Grundstückseigentümern erfolgen und weitergehende Planungen durchgeführt werden.



**Abbildung 11.11** Bereich Dupiggraben (OT Lindorf) – Verlegung des Gewässers in die Tiefenlinie

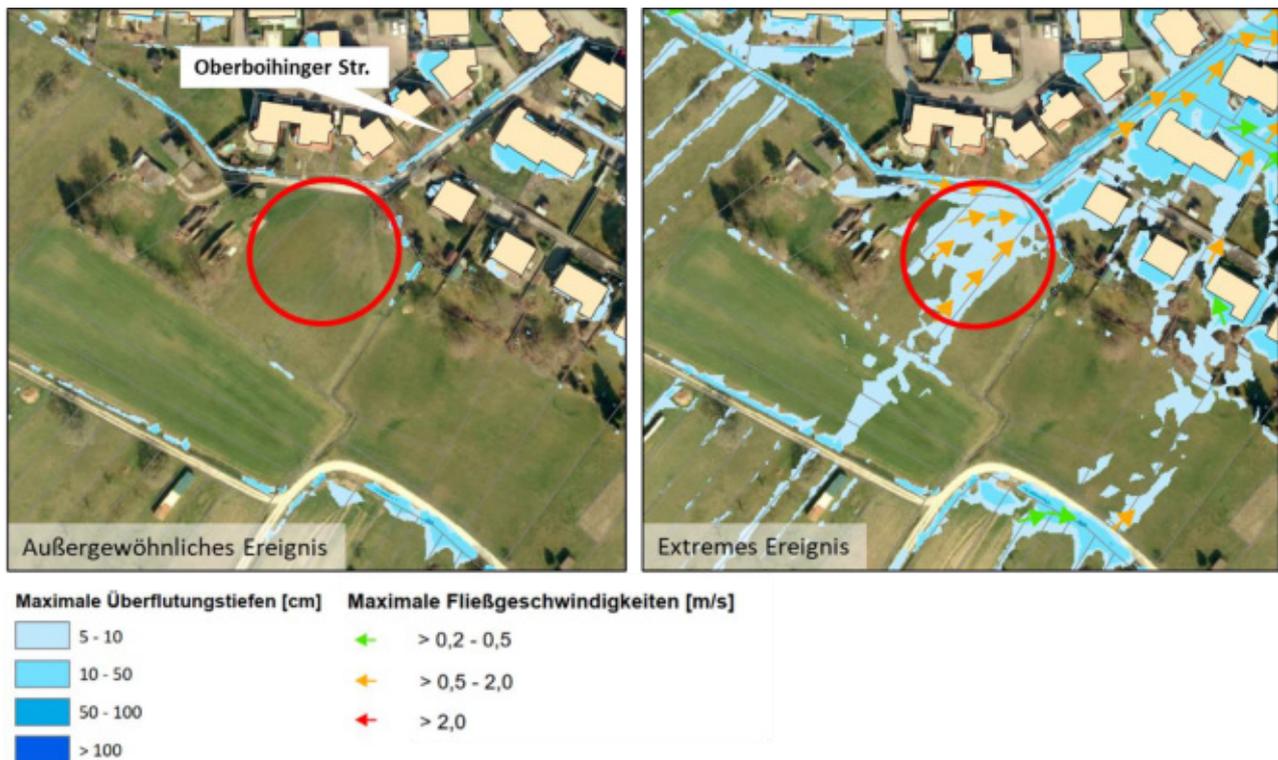
### Bereich Oberboihinger Straße – Retentionsraum schaffen

In der Oberboihinger Straße kann sich im Starkregenfall ein Fließweg ausbilden, welcher zu einer hohen Überflutungsgefährdung führt (Abbildung 11.12). In der Vergangenheit (Juni 2021) traten hier bereits Probleme auf.

Es wird folgende bauliche Maßnahme vorgeschlagen:

- Retentionsraum schaffen / prüfen

Im rot markierten Bereich (Abbildung 11.12) soll geprüft werden, ob ein Retentionsraum geschaffen werden kann. Dadurch könnte die Überflutungsgefahr reduziert werden. Zur Dimensionierung müssen weitergehende Planungsschritte durchgeführt werden. Es ist sicherzustellen, dass keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird. Ggf. können zusätzlich entlang der Bebauung Gräben erstellt werden, welche in Richtung des Retentionsraums entwässern.

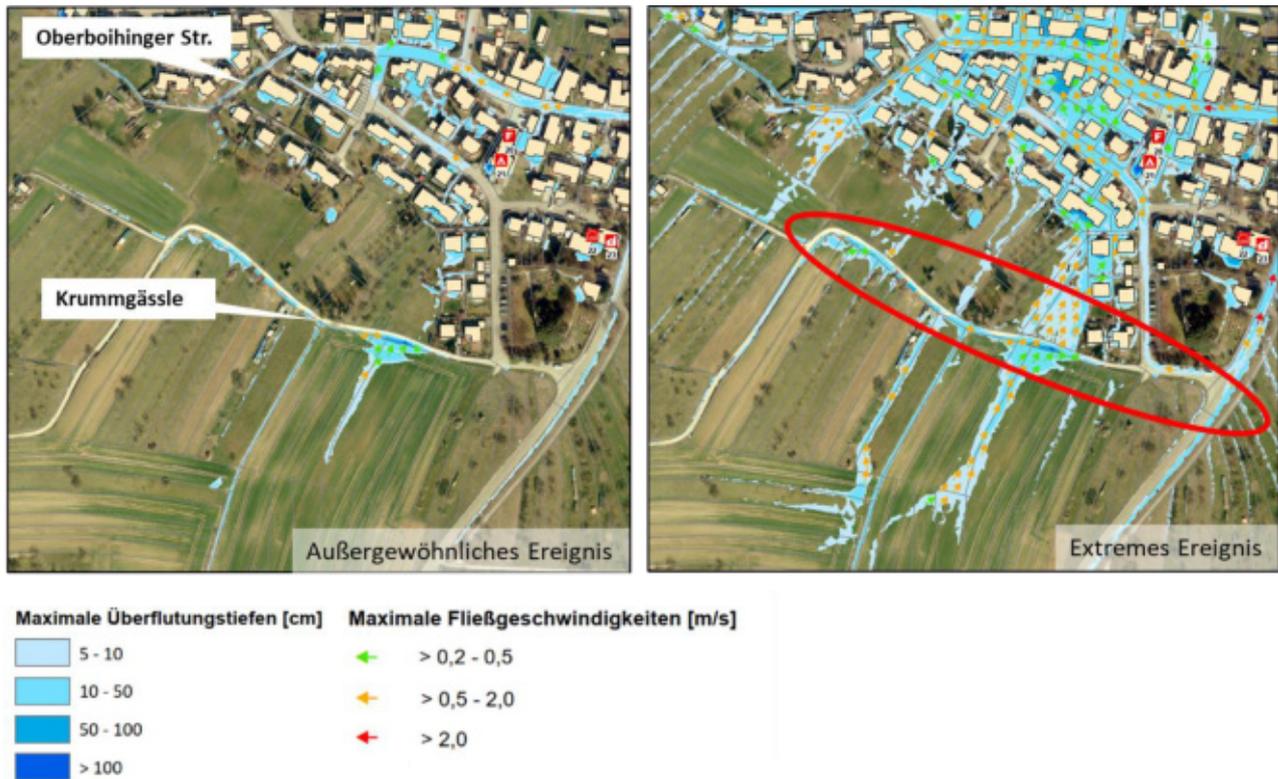


**Abbildung 11.12** Bereich Oberboihinger Straße – Retentionsraum schaffen / prüfen

### Bereich Krummgässle / Birkenweg / Rappen / Zähringer Straße – Anheben von Feldwegen

Im Bereich des Krummgässles entsteht bei Starkregen eine Überflutungsgefahr. Das Wasser fließt über den Hangbereich in Richtung der Ortslage (Abbildung 11.13). Es wurde bereits ein räumlicher Rechen installiert (vgl. Abbildung 5.7). Zusätzlich wird empfohlen folgende bauliche Maßnahmen durchzuführen:

- Anheben des Feldweges
- Unterhaltung der vorhandenen Entwässerungsgräben
- Ggf. Entfernung von bestehenden Überfahrten, welche das Hangwasser in Richtung der Ortslage leiten

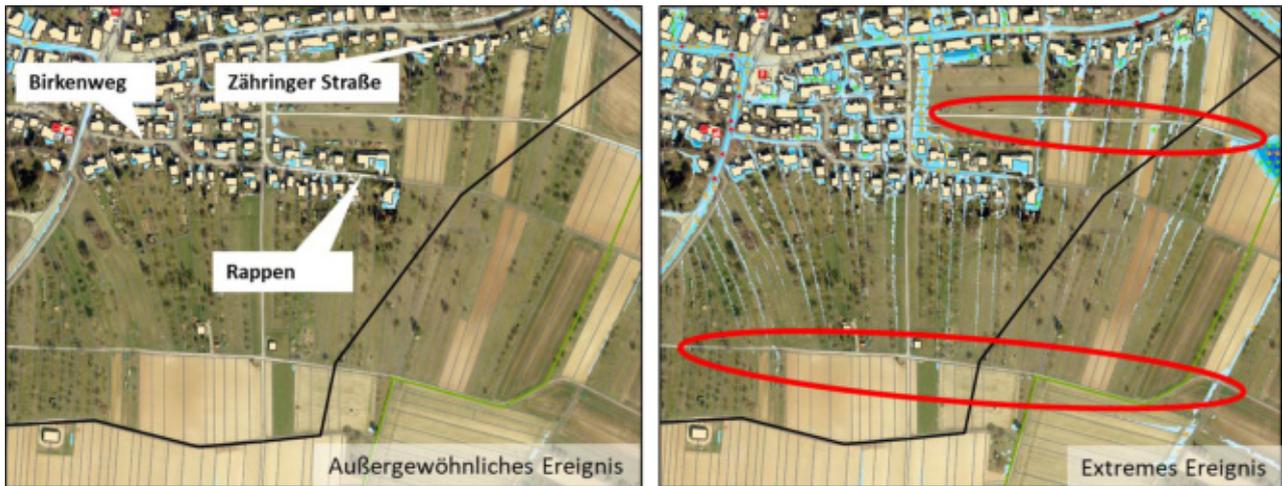


**Abbildung 11.13** Bereich Krummgässle – Anheben von Feldwegen

Auch im Bereich des Birkenweges, Rappen und der Zähringer Straße entsteht im Starkregenfall eine Überflutungsgefährdung. Das Wasser kann über die Hangbereiche in Richtung der Ortslage fließen (Abbildung 11.14). Es werden folgende baulichen Maßnahmen vorgeschlagen:

- Anheben der Feldwege
- Erstellen von Entwässerungsgräben

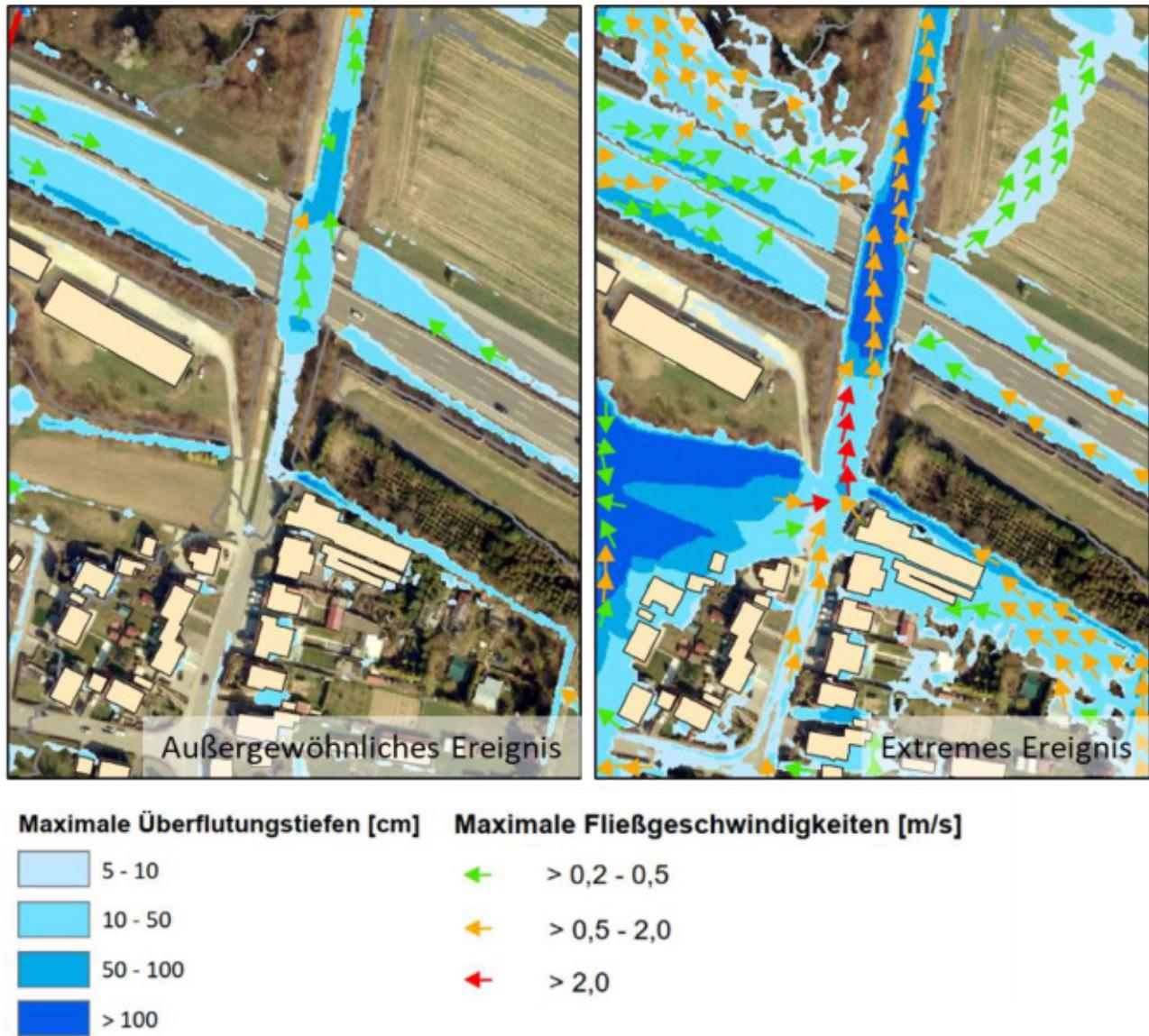
Zur Reduzierung der Überflutungsgefährdung wird empfohlen die rot markierten Feldwege anzuheben (Abbildung 11.14). Zudem sollten Entwässerungsgräben erstellt werden, welche das Wasser schadenfrei ableiten können. Hinweis: Unterhalb der Autobahn A8 führt am Tiefpunkt eine Verdolung in Richtung der Firma Gondelmann. Es ist sicherzustellen, dass keine Verschlechterung für Unterlieger bewirkt wird (z.B. Firma Gondelmann).



**Abbildung 11.14** Bereich Birkenweg / Rappen / Zähringer Straße – Anheben von Feldwegen

### Unterführung Ötlinger Straße / Stuttgarter Straße - Warnhinweise

An Straßen und Unterführungen, bei denen im Starkregenfall mit hohen Fließgeschwindigkeiten und / oder hohen Wassertiefen gerechnet wird, können Warnhinweise angebracht werden, um den Straßen- und Fußgängerverkehr auf die Gefährdung durch Starkregen aufmerksam zu machen. So können Hinweisschilder, Warnleuchten oder Schranken im Untersuchungsgebiet dort hilfreich sein, wo es im Bereich von Senken, an Engstellen oder in Gewässernähe zu einem gefährlichen Rückstau oder zu hohen Fließgeschwindigkeiten kommen kann. Im Bereich der Unterführung in der Ötlinger Straße (Abbildung 11.15) und im Bereich der Unterführung in der Stuttgarter Straße (Entlastungsverdolung Dupiggraben) wird eine Installation von Warnhinweisen empfohlen.



**Abbildung 11.15** Bereich Unterführung Ötlinger Straße – Warnhinweise installieren

Weitere mögliche Orte für eine Anbringung von Warnhinweisen könnten sein:

- Stuttgarter Straße (Ötlingen)
- Steingrubenweg (Ötlingen)
- Wendlinger Weg (Ötlingen)
- Reutlinger Straße (Ötlingen)
- Uracher Straße / Tübinger Straße (Ötlingen)
- Oberboihinger Straße (Lindorf)
- Eichwiesen (Lindorf)
- ...

### Umsetzungshorizont und Zuständigkeiten der kommunalen baulichen Maßnahmen für die Stadt Kirchheim unter Teck

Für die Umsetzung der baulichen Maßnahmen ist grundsätzlich die Kommune zuständig. In Zusammenarbeit mit der Stadt Kirchheim unter Teck wurde eine Priorisierung (gering, mittel und hoch) der einzelnen Maßnahmen vorgenommen (Tabelle 11.3). Weiterhin wurde ein Umsetzungshorizont (kurzfristig, mittelfristig, langfristig) definiert, da Maßnahmen aufgrund einer besonders hohen Gefährdung durch Starkregen sehr hoch priorisiert werden können, gleichzeitig allerdings ggf. nur eine langfristige Umsetzung (aufgrund aufwendiger Genehmigungsverfahren, etc.) möglich ist.

**Tabelle 11.3** Priorisierung und Zuständigkeiten der kommunalen baulichen Maßnahmen für die Stadt Kirchheim unter Teck

Bauliche Maßnahme	Priorisierung	Umsetzungshorizont	Zuständigkeit
Ableitung in die Lauter herstellen	hoch	mittelfristig	Stadt Kirchheim unter Teck
Notentlastung über Spielplatz	hoch	kurzfristig	
Hochwiesen: Retentionsraum schaffen	mittel	langfristig	
Verdolungseinlauf optimieren	mittel	kurzfristig	
Alarmpegel und 0-1 Schalter	hoch	kurzfristig	
Treibgutrückhaltung	hoch	kurzfristig	
Verlegung des Gewässers in die Tiefenlinie	mittel	langfristig	
Oberb. Str.: Retentionsraum schaffen	hoch	mittelfristig	
Anheben von Feldwegen	hoch	mittelfristig	
Warnhinweise vor Unterführungen	hoch	kurzfristig	

## 11.5 Hinweise zur Umsetzung und Förderung von baulichen Maßnahmen

Für die Planung und Bemessung von Schutz- und Rückhaltmaßnahmen im Rahmen des Starkregenrisikomanagements (LUBW, 2018) kann die hydraulische Gefährdungsanalyse auf Basis der Oberflächenabflusskennwerte lediglich als Planungsgrundlage zur Realisierung kleiner baulicher Objektschutzmaßnahmen oder kleiner Leitstrukturen, Durchlässe und Flutmulden verwendet werden. Wichtige Voraussetzung dafür ist allerdings ein für den Versagensfall als gering einzuschätzendes Schadenspotential.

Für größere (wasser-)bauliche Schutzmaßnahmen ist hingegen eine hydrologisch-hydraulische Bemessung mit Hilfe von Niederschlag-Abfluss-Modellen (N-A-Modelle) auf Basis der KOSTRA-Niederschläge des DWD sowie die hydraulische Nachbildung von Plan-Zuständen erforderlich. Teilweise sind dafür hydraulische Detailmodelle im Rahmen einer Planung neu aufzubauen. Als Bemessungsgrundlage müssen dann berechnete T-jährliche Abflussganglinien (BHQ z. B. T = 100 a) unterschiedlicher Niederschlagsdauerstufen herangezogen werden. Grundsätzlich sind bei der Umsetzung von baulichen Maßnahmen mindestens die gültigen, allgemein anerkannten Regeln der Technik anzuwenden.

Die Förderfähigkeit der baulichen Maßnahmen ist beschränkt auf Maßnahmen, welche dem Schutz der Bebauung vor Überflutungen durch seltene oder außergewöhnliche Abflussereignisse infolge von Starkregen aus Außengebieten dienen (Nr. 12.1 FrWw). Für die Förderfähigkeit ist der Ursprung der Gefährdung maßgebend, nicht der Ort der Schutzmaßnahme. Außerdem ist zu beachten, dass bauliche Maßnahmen zum Schutz von bebauten Gebieten, die nach dem 18.02.1999 erschlossen wurden, nicht förderfähig sind. Ebenfalls nicht förderfähig sind Maßnahmen zur Siedlungsentwässerung oder aus dem Bereich der Stadt- und Infrastrukturplanung sowie zum Schutz vor Sturzfluten und Überschwemmungen aus dem Innenbereich. Außerdem ist zu prüfen, ob es sich um Maßnahmen zum Schutz vor Hangwasser oder zum Schutz vor Flusshochwasser handelt.

Im Rahmen der Detailuntersuchungen und ggf. -planungen sollten Kostenschätzungen für die Einzelmaßnahmen erfolgen. Außerdem ist zu prüfen, ob und für welche Maßnahme eine Förderung durch das Land grundsätzlich möglich ist. Eine Förderung durch das Land (FrWw) setzt den Nachweis der Wirtschaftlichkeit voraus. Diese ist ggf. über Nutzen-Kosten-Untersuchungen aufzuzeigen.

## 12 Abgabedaten

Die folgenden Ergebnisdaten wurden gemäß Leitfaden Anhang 1c (Stand: Juli 2020) in digitaler Form an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW übergeben (Tabelle 12.1 bis Tabelle 12.3). Die Kartendarstellungen wurden bereits in Kapitel 7.6.3 erläutert.

Die Abgabedaten der Gefährdungsanalyse sind in Tabelle 12.1 dargestellt.

**Tabelle 12.1** Abgabedaten der Gefährdungsanalyse an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW

Ergebnisdaten	Format	Speicherort	Dateiname
Modifizierte OAK	Polygon-Shape	Ergebnis-GDB	OAK_Modifikationen_[ANNAHME]_[Szenario]
Maximale Überflutungstiefe	Raster	UT	UT_SEL_V UT_AUS_V UT_EXT_V
Maximale Überflutungsausdehnung	Polygon-Shape	Ergebnis-GDB	UA_SEL_V UA_AUS_V UA_EXT_V
Maximaler Wasserspiegel	Raster	WSP WSP WSP	WSP_SEL_V WSP_AUS_V WSP_EXT_V
Maximale Fließgeschwindigkeit (mit max. Fließrichtung & max. Ausdehnung)	Punkt-Shape	Ergebnis-GDB	FG_SEL_V FG_AUS_V FG_EXT_V
Kontrollquerschnitte	Linien-Shape	Ergebnis-GDB	KONTROLLQUERSCHNITTE
Modifiziertes HydTERRAIN	ESRI-TERRAIN	ModHydTERRAIN-GDB	ModHydTERRAIN
Abflussrelevante Strukturen (ArS)	Linien-Shape	Ergebnis-GDB	ARS_LINIE
	Polygon-Shape		ARS_POLYGON
	Punkt-Shape		ARS_PUNKT
Simulationsgebiete	Polygon-Shape	Ergebnis-GDB	SIMULATIONSGBIETE
Gewässernetz	Linien-Shape	Ergebnis-GDB	Gewaesserachsen

Die Abgabedaten der Risikoanalyse sind in Tabelle 12.2 dargestellt.

**Tabelle 12.2** Abgabedaten der Risikoanalyse an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW

Ergebnisdaten	Format	Speicherort	Dateiname
Risikoobjekte	Punkt-Shape	Ergebnis-GDB	RISIKOOBJEKTE
Straßen	Linien-Shape	Ergebnis-GDB	UEBERFLUT_STRASSE
Bodenerosionsgefährdung	Polygon-Shape	Ergebnis-GDB	BODENEROSION
Altablagerung	Polygon-Shape	Altablagerung	ALTABLAGERUNG

Verdolungseinlauf / Engstellen	Punkt-Shape	Ergebnis-GDB	VERDOLUNGSEINLAUF
Verbale Risikobeschreibung	PDF	Verbale_Risikobeschreibung	
Risikosteckbriefe	PDF	Risikosteckbriefe	
Bilddokumentation	JPG	Risikoobjektbilder	

Die Abgabedaten des Handlungskonzeptes sind in Tabelle 12.3 dargestellt.

**Tabelle 12.3** Abgabedaten des Handlungskonzeptes an die Stadt Kirchheim unter Teck und die LUBW

<b>Ergebnisdaten</b>	<b>Format</b>	<b>Speicherort</b>	<b>Dateiname</b>
Handlungskonzept	PDF	Handlungskonzept	

## 13 Zusammenfassung

Für die Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des Speckbachs in der Stadt Kirchheim unter Teck wurde ein kommunales Starkregenrisikomanagementkonzept nach dem Leitfaden der LUBW erstellt. Die vorliegende Starkregenuntersuchung basiert auf einem dreistufigen Bearbeitungskonzept (Gefährdungsanalyse, Risikoanalyse und Handlungskonzept). Sämtliche Bearbeitungsphasen zur Erstellung des Starkregenrisikomanagements erfolgten in Zusammenarbeit mit der Stadt Kirchheim unter Teck und dem Landratsamt Esslingen.

Im Zuge der hydraulischen Gefährdungsanalyse wurde ein hydrodynamisch-numerisches Überflutungsmodell aufgebaut und angepasst, mit dessen Hilfe Starkregengefahrenkarten erstellt wurden. Darauf aufbauend wurde eine Risikoanalyse durchgeführt. Es konnten mehrere Bereiche identifiziert werden, die durch sogenanntes wild abfließendes Wasser aus den Außengebieten durch Starkregenereignisse gefährdet sind (Oberboihinger Straße / Eichwiesen, Stuttgarter Straße / Bahnlinie, Stuttgarter Straße / Entlastungsverdichtung Dupiggraben, ...). Im Rahmen der Risikoanalyse wurden potenziell betroffene öffentliche Gebäude identifiziert und für die Risikoobjekte Altenbegegnungsstätte, Eduard-Mörrike-Schule sowie die Freiwillige Feuerwehr / das Bürgerhaus Lindorf Risikosteckbriefe erstellt.

Als Ergebnis der Untersuchung konnte ein Handlungskonzept zur Starkregenvorsorge entwickelt werden. Dieses zeigt zunächst Möglichkeiten der Informationsvorsorge, der kommunalen Flächenvorsorge und des Krisenmanagements auf. Es beinhaltet zudem ein Maßnahmenpaket, zusammengesetzt aus verschiedenen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen in gefährdeten Gebieten des Außen- und Innenbereichs des Untersuchungsgebietes.

Hügelsheim, im Oktober 2021  
WALD + CORBE Consulting GmbH



Dr.-Ing. G. Kühn



## Quellenverzeichnis

- [1] AQUAVEO (2016): Surface-Water Modeling System (SMS), Version 11.2.
- [2] BWK und DWA (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. BWK-Fachinformation 1/2013. Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V. und Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.
- [3] DWA (2017): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Kanalmanagement DIN EN 752 - Juli 2017, Ausgabe 07 2017, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Beuth Verlag.
- [4] HYDROTEC; NUJIĆ, M. (2017): LASER\_AS-2D Erweiterung zu HYDRO\_AS-2D zur Ausdünnung und Aufbereitung von Laserscandaten für die 2D-Modellierung, Benutzerhandbuch Version 2.0.3, Aachen.
- [5] HYDROTEC; NUJIĆ, M. (2018): HYDRO\_AS-2D 2D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch Version 4.3.4, Aachen.
- [6] HEC (2018): Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS River Analysis System User's Manual - Version 5.0.5, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California.
- [7] IBH und WBW (2013): Starkregen. Was können Kommunen tun? Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH.
- [8] LGRB (2018): Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte (IGHK50), Stand: März 2018, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Ref. 95: Landesingenieurgeologie.
- [9] LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- [10] LUBW (2017): Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)
- [11] LUBW (2018): Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse des Starkregenrisikomanagement, Stand: 11.06.2018, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- [12] LUBW (2020): Anhang 6 – Risikoanalyse, Stand: November 2019, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- [13] RP Tübingen (1/2019): Umsetzung der Vereinbarungen aus dem Erfahrungsaustausch zum Thema „Modellierung von Starkregengefahrenkarten“, Stand: 20.02.2019
- [14] RP Tübingen (2019): Hinweise zur Plausibilisierung von Starkregengefahrenkarten durch die Untere Wasserbehörde (UWB), Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

- [15] RP Tübingen (3/2019): Einführung der „Empfehlungen für die Übertragung von OAK-Werten“ sowie der „Checkliste Abstimmungsgespräch / Startgespräch“, Stand: 10.12.2019
- [16] WBW (2016): Risiko durch Starkregen, Vorsorgen, Agieren, Nachsorge; Möglichkeiten Schäden durch Starkregen mittels fachgerechter Gewässerunterhaltung zu minimieren.
- [17] WBW (2018): Steckbriefe für die Praxis – Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen.
- [18] WBW (2018): Steckbriefe für die Praxis – Land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen.

**Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse sowie  
Entwicklung eines Handlungskonzeptes zu  
starkregenbedingten Überflutungen im Bereich der**

**Einzugsgebiete des Dupiggrabens und  
Speckbachs**

**auf Grundlage des Leitfadens „Kommunales  
Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“  
(LUBW 2016)**

Anlage A  
- Gefährdungsanalyse -

## **Anlage A**

### **- Gefährdungsanalyse -**

#### **A.1 Starkregengefahrenkarten, verschlämmtes Abflussereignis**

##### **A.1.1 Übersichtskarten – Stadt Kirchheim unter Teck**

- A.1.1.1 Überflutungstiefe – selten
- A.1.1.2 Überflutungstiefe – außergewöhnlich
- A.1.1.3 Überflutungstiefe – extrem
- A.1.1.4 Fließgeschwindigkeit und Überflutungstiefe – selten
- A.1.1.5 Fließgeschwindigkeit und Überflutungstiefe – außergewöhnlich
- A.1.1.6 Fließgeschwindigkeit und Überflutungstiefe – extrem

##### **A.1.2 Detailkarten – Stadt Kirchheim unter Teck**

- A.1.2.1 Detailkarte 1 – Überflutungstiefe – selten
- A.1.2.2 Detailkarte 1 – Überflutungstiefe – außergewöhnlich
- A.1.2.3 Detailkarte 1 – Überflutungstiefe – extrem
- A.1.2.4 Detailkarte 2 – Überflutungstiefe – selten
- A.1.2.5 Detailkarte 2 – Überflutungstiefe – außergewöhnlich
- A.1.2.6 Detailkarte 2 – Überflutungstiefe – extrem
- A.1.2.7 Detailkarte 1 – Überflutungsausdehnung – selten, außergewöhnlich und extrem
- A.1.2.8 Detailkarte 2 – Überflutungsausdehnung – selten, außergewöhnlich und extrem
- A.1.2.9 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – selten
- A.1.2.10 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – außergewöhnlich
- A.1.2.11 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – extrem
- A.1.2.12 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – selten
- A.1.2.13 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – außergewöhnlich
- A.1.2.14 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungsausdehnung – extrem
- A.1.2.15 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – selten
- A.1.2.16 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – außergewöhnlich.

- A.1.2.17 Detailkarte 1 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – extrem
- A.1.2.18 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – selten
- A.1.2.19 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – außergewöhnlich.
- A.1.2.20 Detailkarte 2 – Fließgeschwindigkeit mit Überflutungstiefe – extrem

## **A.2 Ergänzende Karten für die Stadt Kirchheim unter Teck**

- A.2.1 Landnutzungsclassen
- A.2.2 Kontrollquerschnitte

**Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse  
sowie Entwicklung eines Handlungskonzeptes zu  
starkregenbedingten Überflutungen im Bereich der**

**Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des  
Speckbachs**

**auf Grundlage des Leitfadens „Kommunales  
Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“  
(LUBW, 2016)**

Anlage B  
- Risikoanalyse -

## **Anlage B**

### **- Risikoanalyse -**

#### **B.1 Liste der betroffenen Risikoobjekte**

#### **B.2 Risikosteckbriefe**

- B.2.1 Risikosteckbrief Altenbegegnungsstätte Ötlingen
- B.2.2 Detailkarte – Risikoobjekt Altenbegegnungsstätte Ötlingen – selten
- B.2.3 Detailkarte – Risikoobjekt Altenbegegnungsstätte Ötlingen – außergewöhnlich
- B.2.4 Detailkarte – Risikoobjekt Altenbegegnungsstätte Ötlingen – extrem
- B.2.5 Risikosteckbrief Eduard-Mörke GHS Ötlingen (RO-Nr. 7)
- B.2.6 Risikosteckbrief Eduard-Mörke GHS Ötlingen (RO-Nr. 10)
- B.2.7 Detailkarte – Risikoobjekt Eduard-Mörke GHS Ötlingen – selten
- B.2.8 Detailkarte – Risikoobjekt Eduard-Mörke GHS Ötlingen – außergewöhnlich
- B.2.9 Detailkarte – Risikoobjekt Eduard-Mörke GHS Ötlingen – extrem
- B.2.10 Risikosteckbrief Freiwillige Feuerwehr und Bürgerhaus Lindorf
- B.2.11 Detailkarte – Risikoobjekt Freiwillige Feuerwehr und Bürgerhaus Lindorf – selten
- B.2.12 Detailkarte – Risikoobjekt Freiwillige Feuerwehr und Bürgerhaus Lindorf – außergewöhnlich
- B.2.13 Detailkarte – Risikoobjekt Freiwillige Feuerwehr und Bürgerhaus Lindorf – extrem

#### **B.3 Starkregenrisikokarte**

- B.3.1 Detailkarte 1 – SRGK-Gefährdung und HWGK-Gefährdung
- B.3.2 Detailkarte 2 – SRGK-Gefährdung und HWGK-Gefährdung
- B.3.3 Übersichtskarte – Potenziell überflutete Straßen und Bodenerosionsgefährdung



**Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse  
sowie Entwicklung eines Handlungskonzeptes zu  
starkregenbedingten Überflutungen im Bereich der**

**Einzugsgebiete des Dupiggrabens und des  
Speckbachs**

**auf Grundlage des Leitfadens „Kommunales  
Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“  
(LUBW, 2016)**

Anlage C

- Datenträger -

## **Anlage C - Datenträger -**

### **C.1 Ergebnisdaten der Gefährdungsanalyse (Datenträger)**

- Erläuterungsbericht 08/2021
- Starkregengefahrenkarten (PDF, Anlage A.1)
- Landnutzungen / Rauheitskarten und Kontrollquerschnitte (PDF, Anlage A.2)
- Modifizierte Oberflächenabflusskennwerte
- Überflutungstiefe
- Überflutungsausdehnung
- Wasserspiegel
- Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung
- Modifiziertes HydTERRAIN
- Abflussrelevante Strukturen (ArS)
- Simulationsgebiete
- Gewässernetz
- Modifiziertes HydTERRAIN
- Animationen der Überflutungstiefe (selten, außergewöhnlich, extrem)

### **C.2 Ergebnisdaten der Risikoanalyse (Datenträger)**

- Starkregenisikokarten
- Risikoobjekte
- Straßen
- Bodenerosionsgefährdung
- Altablagerung
- Verdolungseinlauf
- Risikosteckbriefe
- Bilddokumentation der Risikoobjekte