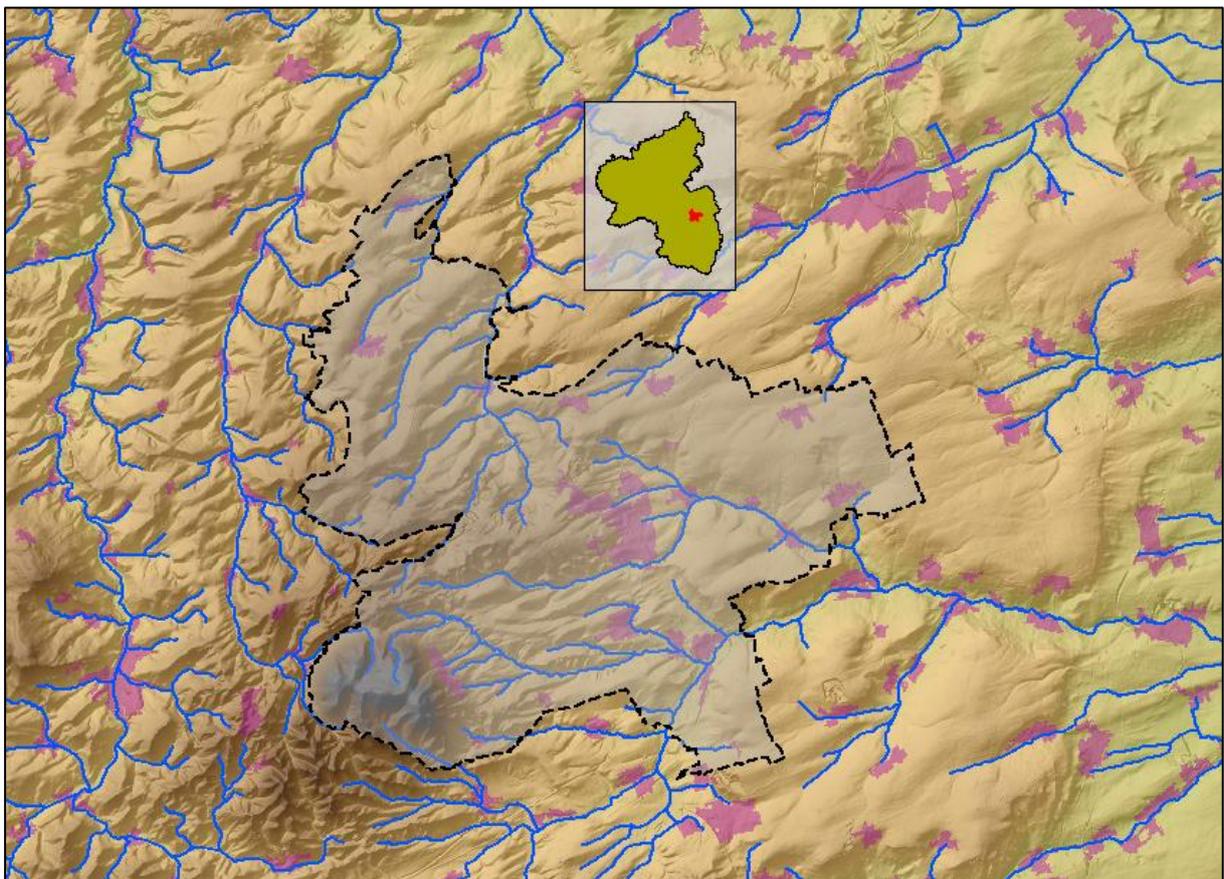


Hochwasservorsorge durch Flussgebietsentwicklung -Ergänzung Starkregenmodul-

Verbandsgemeinde Kirchheimbolanden



Impressum

Auftraggeber	Landesamt für Umwelt (LfU) Rheinland-Pfalz Kaiser-Friedrich-Straße 7 55116 Mainz www.lfu.rlp.de
Projektleitung	Herr Christoph Linnenweber Herr Bernd Schneider Frau Eva-Maria Finsterbusch Landesamt für Umwelt (LfU) Referat Gewässerentwicklung Tel.: 06131/6033-1817 (Linnenweber) 06131/6033-1824 (Schneider) 06131/6033-1811 (Finsterbusch) Email: Christoph.Linnenweber@lfu.rlp.de Bernd.Schneider@lfu.rlp.de Eva-Maria.Finsterbusch@lfu.rlp.de
Bearbeitung	BGHplan – Umweltplanung und Landschaftsarchitektur GmbH Geschäftsführer: Bernhard Gillich / Christoph Heckel Fleischstr. 57 54290 Trier Tel.: 0651 / 145460 Email: mail@bghplan.com Internet: www.bghplan.com
Geodaten	Geodaten bereitgestellt durch: Landesamt für Geologie und Bergbau RLP, Landesamt für Umwelt RLP, Landesamt für Vermessung und Geobasisinfor- mation RLP
Stand	24.10.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
1.1.	Datengrundlage	1
2	Starkregeninduzierte Sturzflutgefährdung von Siedlungsbereichen (Karte 5)	2
1.2.	Ermittlung von potenziellen Sturzflut-Entstehungsgebieten und Sturzflut- Wirkungsbereichen.....	2
1.3.	Ermittlung besonders gefährdeter Ortslagen	4
1.4.	Maßnahmentypen zur Reduzierung der Gefährdung von Siedlungsbereichen durch starkregeninduzierte Sturzfluten	6
1.5.	Spezifische Gefährdungssituation in der VG Kirchheimbolanden.....	7
3	Anhang (gesondertes Dokument)	11

Karten:

Karte 5: Gefährdungsanalyse Sturzflut nach Starkregen

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1. Datengrundlage

Folgende Datensätze werden zur Auswertung und Darstellung herangezogen:

Datensatz	Quelle	Jahr der Veröffentlichung	Hinweise zum Zeitpunkt der Datenerhebung
ATKIS (Gewässer, Grenzen der Verbandsgemeinden und Städte, Vegetation)	LVerGeo ¹	2017	Landnutzungsdaten laut Spalte „Lebenszeit“ aus den Jahren 2010-2017
Digitales Geländemodell 5x5 m	LVerGeo	2017	
Erweitertes Gewässernetz (Tiefenlinien)	LGB ²	2017	
Gesetzliche Überschwemmungsgebiete	LfU	2016	
Gewässernetz RLP	LfU	2017	
HQ100-Überschwemmungsbereiche nach Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)	LfU	2009	
Auenflächen gemäß Datensatz Hochwasserrückhaltepotential (HoWaRüPo)	LfU	2004	

Für die VG Kirchheimbolanden wurde mit Datum vom 24.08.2011 das Informationspaket der Wasserwirtschaft zur Hochwasservorsorge erstellt.

Dort wurden Gewässerstrecken und Flächen in der Gemeinde bestimmt, auf denen effizient Hochwasservorsorge betrieben werden kann. Den ausgewählten Strecken und Flächen wurden generell geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des dezentralen Wasserrückhalts zugeordnet und dabei versucht, den spezifischen Verhältnissen in der VG Rechnung zu tragen.

Im nun ergänzenden Bericht wird speziell auf die Gefährdung durch Sturzfluten nach Starkregenereignissen eingegangen. Dazu werden alle Ortslagen hinsichtlich ihrer potenziellen Gefährdung durch Sturzfluten infolge von Starkregen bewertet und allgemeine Maßnahmen zur Verringerung des Gefährdungsrisikos vorgeschlagen sowie Empfehlungen für die Erstellung örtlicher Hochwasserschutzkonzepte gegeben.

¹ Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz

² Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

2 Starkregeninduzierte Sturzflutgefährdung von Siedlungsbereichen (Karte 5)

Bei außergewöhnlich hohen Niederschlägen in kurzer Zeit, sogenannten Starkregen, wird die Infiltrationskapazität des Bodens überschritten, so dass sich das Niederschlagswasser an der Oberfläche sammelt und dem Gefälle folgend abfließt. Dieser Oberflächenabfluss konzentriert sich in Geländemulden und auf Wegen und Straßen. Je größer das Einzugsgebiet dieser konzentrierenden Strukturen ist und je höher das Gefälle, umso größer ist die Gefahr, dass eine Sturzflut entsteht. Aber auch im schwach geneigten Gelände können unter ungünstigen Bedingungen Sturzfluten auftreten und zu Schäden in Siedlungsbereichen oder an der Infrastruktur führen.

Trifft eine Sturzflut bzw. wild abfließendes Wasser auf bebauten Gebiet, so kann es dort zu Überflutungsschäden kommen, auch wenn dort kein Gewässer verläuft. Trifft das Wasser einer Sturzflut auf einen vorhandenen Bach oder Graben, kann es zusätzlich entlang dieser Gewässer zu Ausuferungen und Überschwemmungen kommen.

Mit der Gebietsanalyse *Sturzflutgefährdung durch Starkregen* werden innerhalb der Verbandsgemeinde Bereiche identifiziert, die besonders zur Sturzflutbildung und Überflutung neigen. Auf dieser Grundlage werden Aussagen getroffen, inwieweit Ortslagen oder Ortsteile auf Grund ihrer Geländesituation potenziell besonders gefährdet sind (siehe Kap. 2.2). Im Kap. 2.3 werden allgemeine Maßnahmentypen zur Reduzierung der Gefährdung vorgeschlagen.

Für die festgestellten besonders gefährdeten Ortslagen wird im Ergebnis empfohlen, vorrangig ein örtliches Hochwasserschutzkonzept unter Beteiligung der möglicherweise Betroffenen zu erstellen. Erst auf dieser Ebene werden dann detaillierte Geländeuntersuchungen und konkrete Maßnahmen erarbeitet.

Die Umsetzung vorsorgender Maßnahmen kann auf der Ebene der Flächennutzungsplanung bzw. im Landschaftsplan sowie in Bebauungsplänen für die besonders gefährdeten Ortslagen oder Teilflächen der Gemeinde festgelegt oder gekennzeichnet werden.

1.2. Ermittlung von potenziellen Sturzflut-Entstehungsgebieten und Sturzflut-Wirkungsbereichen

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise betrachtet ausschließlich die Oberflächengestalt von Einzugsgebieten. Aus der Analyse des digitalen Geländemodells werden Strukturen ermittelt, die Oberflächenabfluss bündeln und in Abhängigkeit von der Geländeneigung und der Einzugsgebietsgröße dazu neigen, Wasser konzentriert in die zu untersuchende Ortslage zu führen. Bei dieser Vorprüfung erfolgt im Unterschied zu einer Niederschlagsabfluss-Modellierung keine Betrachtung des tatsächlich fallenden Niederschlags oder die tatsächliche Oberflächenabflussbildung. Es wird lediglich untersucht, inwieweit die spezifische Geländesituation die Neigung zu Sturzfluten in der jeweiligen Ortslage begünstigt.

Die Methode soll mit möglichst geringem Aufwand zu einer aussagekräftigen Einschätzung kommen, damit auch große Verbandsgemeinden mit vielen einzelnen Ortschaften innerhalb eines überschaubaren Zeit- und Kostenrahmens bearbeitet werden können.

Es ist zu beachten, dass es bei extremen Niederschlagsereignissen auch in Ortslagen zu Überflutungen kommen kann, für die sich keine morphologische Neigung zur Abflusskonzentration nachweisen lässt. Praktisch auf jeder geneigten Fläche entsteht bei sehr großen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit Oberflächenabfluss, der zu Schäden in unterhalb gelegenen Siedlungsbereichen führen kann.

Ebenso können auch bei weniger Niederschlägen in morphologisch unauffälligem Gelände Überflutungen entstehen, wenn beispielsweise Totholz oder unsachgemäß gelagertes Material wie Brennholz, Heu- und Strohballen oder Grünabfälle vom Hochwasser abgeschwemmt wird und dadurch unterhalb das Bachbett oder Brücken- und Rohrdurchlässe zugesetzt werden. Durch Verengung des Abflussquerschnitts kann es dann zu Rückstau und Überflutungen kommen.

Die potenziellen Sturzflut-Entstehungsgebiete werden durch eine spezifische Auswertung des digitalen Geländemodells (Bodenauflösung 5 m) ermittelt (siehe Methodenhandbuch, Teil 4). Dabei werden Geländemulden und Senken identifiziert und mittels eines Multiple-Flow-Algorithmus diejenigen Flächen errechnet, die in diese abflusskonzentrierenden Oberflächenformen entwässern. Das zugeordnete Gefährdungsrisiko ergibt sich aus der Größe der zur Oberflächenabflussbildung beitragenden Fläche und ihrer Hangneigung und damit aus der potenziell abfließenden Wassermenge pro Zeiteinheit. Je größer die abflusskonzentrierende Wirkung der Geländeform und je größer das Einzugsgebiet ist, umso größer ist das Risiko der Entstehung einer Sturzflut bei Starkregen. Da bei Starkregen die maximal mögliche Infiltrationsrate überschritten wird und deshalb in jedem Fall Oberflächenabfluss entsteht, spielen die Eigenschaften des Untergrundes (Bodentyp, Bodenart, Infiltrationskapazität, Feldkapazität etc.) nur eine untergeordnete Rolle.

Die Abflusskonzentration wird vorwiegend durch topographische Faktoren wie Hangneigung, Hanglänge und Hangform gesteuert. In den Bereichen, in denen eine Abflusskonzentration stattfindet, besteht in der Regel auch eine besondere Neigung zur Sturzflutbildung bei Starkregen, insbesondere auf Ackerflächen mit geringer oder fehlender Vegetationsbedeckung. Die dadurch bedingte geringe Oberflächenrauigkeit führt zu schneller Oberflächenabflussbildung mit hohen Fließgeschwindigkeiten. Die Klasseneinteilung in Karte 5 erfolgt abhängig von der Lage des Untersuchungsgebietes im Bergland oder Flachland (siehe Methodenhandbuch, Teil 4).

Zur Ermittlung der Sturzflut-Wirkungsbereiche werden abflusswirksame Tiefenlinien mit einem Mindesteinzugsgebiet von 20 ha herangezogen, die aus einem bereinigtem Geländemodell (Bodenauflösung 5 m) errechnet wurden. Im ursprünglichen Geländemodell wurden dazu die abflusslosen Senken aufgefüllt.

Diese abflusswirksamen Tiefenlinien werden für die Ermittlung der Sturzflut-Wirkungsbereiche bzw. der potenziellen Überflutungsbereiche um 1 m aufgehöhht und beidseits in die Fläche extrapoliert. Durch Differenzbildung mit dem ursprünglichen digitalen Geländemodell können auf stark vereinfachte Weise potenzielle Überflutungsbereiche

abgeleitet werden, die sich ergeben, wenn die Tiefenlinien mit einem Wasserstand von 1 m geflutet werden (siehe Methodenhandbuch, Teil 4).

Im Flachland werden für die Ermittlung potenzieller Überflutungsbereiche abweichend zum Bergland nicht Tiefenlinien mit einem Mindesteinzugsgebiet von 20 ha herangezogen, sondern wegen der geringeren Fließgeschwindigkeit in den Entstehungsgebieten und den in der Regel breiteren Ausuferungsflächen erst Tiefenlinien mit einem Mindesteinzugsgebiet von 50 ha berücksichtigt.

1.3. Ermittlung besonders gefährdeter Ortslagen

Bei der Feststellung der Gefährdungslage wird unterschieden zwischen einer Gefährdung durch wild abfließendes Wasser und einer Gefährdung durch Ausuferung von Fließgewässern. Bei den Fließgewässern werden nur kleine Flüsse, Bäche und Gräben betrachtet, die tatsächlich durch lokale Starkregen über die Ufer treten können. An großen Flüssen wie Rhein, Mosel und Saar werden durch lokale Starkregen keine Überschwemmungen ausgelöst. Die Gefährdungssituation durch solche Flusshochwasser wird also nicht beurteilt. In Karte 5 werden lediglich die gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiete dargestellt. Sie geben einen Hinweis, dass neben Sturzfluten durch Starkregen auch eine Gefährdung durch Flusshochwasser besteht.

Gefährdung durch wild abfließendes Wasser

Die Gefährdungsabschätzung erfolgt anhand der in Karte 5 dargestellten Abflusskonzentrationsbereiche und den Eigenschaften der angeschlossenen Einzugsgebiete. Findet eine Abflusskonzentration in Richtung bebauter Ortslage mit einem Mindesteinzugsgebiet von 5.000 m² (im Flachland 2.500 m²) statt und weist das Einzugsgebiet abflussfördernde Eigenschaften auf, so ist mit einer erhöhten Gefährdung durch wild abfließendes Oberflächenwasser nach Starkregen zu rechnen. Als abflussfördernde Eigenschaften gelten vor allem eine ackerbauliche Nutzung ohne Querstrukturen, eine große Hangneigung und Wege oder Straßen, die Oberflächenwasser sammeln und gezielt in die bebauten Ortslagen führen können. Die Beurteilung erfolgt anhand von Luftbild, Hangneigungskarte und Reliefanalyse.

Gefährdung durch Ausuferung eines Fließgewässers nach Starkregen

Alle bebauten Ortslagen werden daraufhin geprüft, ob ein kleiner Fluss (Gewässer 2. Ordnung), ein Bach oder ein Graben bebautes Gebiet durchquert oder berührt. Falls ja, wird festgestellt, ob der Abflussquerschnitt innerhalb oder am Rande der Ortslage durch Verrohrung, Brückendurchlässe oder anderweitig eingeengt ist und dadurch die hydraulische Leistungsfähigkeit im Falle eines Starkregenabflusses gemindert ist. Engstellen werden aus der Strukturgütekartierung (Parameter 2.3 – Verrohrung und Parameter; 3.5 – Durchlässe) und dem Luftbild ermittelt. In manchen Fällen kann nur durch eine Ortsbegehung eine

zuverlässige Aussage zur Wirksamkeit von Engstellen hinsichtlich Rückstau- und Ausuferungsgefahr getroffen werden.

Ist das Einzugsgebiet größer als 10 km² und weist abflussfördernde Eigenschaften wie großflächig starke Hangneigung oder/und weit verbreitete ackerbauliche Nutzung auf, so ist das Gefährdungspotenzial zusätzlich erhöht. Ergänzend wird geprüft, ob im potenziellen Überflutungsbereich des Gewässers oder Grabens eine Bebauung besteht. Dort ist im Überflutungsfall mit einem besonders hohen Schadenspotenzial zu rechnen. Die potenziellen Überflutungsbereiche werden aus dem Projekt HoWaRüPo (Hochwasserrückhaltepotenzial) des Landesamtes für Umwelt übernommen. An Gewässern zweiter Ordnung werden die Überflutungsbereiche bei einem 100-jährlichen Hochwasser aus dem TIMIS-Projekt verwendet, die auch als Grundlage für die Hochwassergefahrenkarten gemäß Hochwasserrisiko-management-Richtlinie dienen. Hilfsweise werden für Gebiete außerhalb von Auenbereichen, für die obige Informationen nicht vorliegen, potenziell überflutungsgefährdete Bereiche entlang von Tiefenlinien herangezogen (siehe Sturzflut-Wirkungsbereiche in Kap. 2.1).

Ortslagen, die in jüngerer Zeit bereits von Sturzfluten betroffen waren, werden unabhängig von den Prüfkriterien generell als „hoch gefährdet“ eingestuft und für die vordringliche Erstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzepts empfohlen.

Dazu werden in jeder Verbandsgemeinde Wehrleiter, VG-Werke und Bauämter befragt, in welchen Ortslagen in der jüngeren Vergangenheit durch Starkregen Probleme entstanden sind.

Bei der Bewertung der einzelnen Ortslagen hinsichtlich ihrer Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Sturzfluten nach Starkregen auf der Grundlage der oben genannten Kriterien werden drei Klassen unterschieden:

- Hohe Gefährdung
- Mäßige Gefährdung
- Geringe Gefährdung

Ortslagen mit einer hohen Gefährdungswahrscheinlichkeit bzw. einem hohen Gefährdungsrisiko werden vordringlich für die Aufstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzepts empfohlen.

Bei Ortslagen mit einer mäßigen Gefährdungswahrscheinlichkeit zeigen die Prüfkriterien an, dass eine Gefährdung durch Sturzfluten möglicherweise besteht, eine eindeutige Zuordnung in die Stufe hoher Gefährdung mangels notwendiger örtlicher Detailkenntnisse aber nicht möglich ist.

Die Einstufung „geringe Gefährdung“ bedeutet nicht, dass in diesen Ortslagen Sturzfluten generell ausgeschlossen sind. Die gewählten Prüfkriterien zeigen aber an, dass durch die Geländesituation, die Einzugsgebietseigenschaften und die Lage der Bebauung eine Gefährdung durch eine Sturzflut nach Starkregen eher unwahrscheinlich ist.

1.4. Maßnahmentypen zur Reduzierung der Gefährdung von Siedlungsbereichen durch starkregeninduzierte Sturzfluten

Maßnahmentypen in potenziellen Sturzflut-Entstehungsgebieten

Durch die Umsetzung dezentraler Maßnahmen werden der Wasserrückhalt erhöht sowie die Abflussbildung und Erosionsgefährdung reduziert, so dass Gefährdungen von Siedlungsbereichen durch starkregeninduzierte Sturzfluten verringert werden. Um einer Sturzflutgefährdung zusätzlich zu den dezentralen Maßnahmen entgegenzuwirken, bieten sich folgende Maßnahmen als besonders wirksam an:

- Aufgabe abflusskonzentrierender Wege
- Umbau abflusskonzentrierender Wege
 - Absenkung der Bankette zur breitflächigen Ableitung in angrenzende Flächen
 - Querabschläge zur punktuellen Ableitung in angrenzende Flächen
 - Einrichtung wegbegleitender Rückhaltemulden
- Neuanlage hangparalleler Wege als abflussmindernde Querstruktur
 - mit wegbegleitender Rückhaltemulde
 - in Dammlage mit Rückhaltefunktion
 - in Dammlage mit Lenkungsfunktion
- Anlage von Retentionsmulden
- Verwallung von Geländemulden
- Anlage aufgehöhter hangparalleler Saum- und Randstrukturen
- Aufforstung / Dauerbegrünung von Tiefenlinienbereichen

Maßnahmentypen in potenziellen Sturzflut-Wirkungsbereichen

- Freihaltung von Bebauung
- Freihaltung von potenziellem Treibgut (Grünabfälle, Brennholz, Heu- und Strohballen, etc.)
- Totholzmanagement
- Prüfung und ggf. Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit von Brücken, Durchlässen und Einläufen sowie sonstigen Engstellen im potenziellen Abflussbereich
- Lenkungsmaßnahmen für abfließendes Wasser (Erdwälle, Straßen- und Wegeprofilierung, Fanggräben/-mulden etc.)
- Anlage naturnaher Umgehungsgerinne für temporäre Wasserführung
- Abflussverzögerung durch Erhöhung der Oberflächenrauigkeit (Gehölzriegel, Erdwälle)
- Ggf. Rückbau baulicher Anlagen in gefährdeten Bereichen.
- Verringerung des Schadenspotenzials durch private Vorsorge.

1.5. Spezifische Gefährdungssituation in der VG Kirchheimbolanden

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der topografischen Gefährdungsanalyse bei Anwendung der oben genannten Prüfkriterien dargestellt.

Nicht beurteilt wurde die potenzielle Gefährdung für einzelne Gebäude und Wochenendhäuser im Außenbereich.

Laut der schriftlichen Mitteilung durch Hr. Rech (Wehrleiter der VG Kirchheimbolanden) am 15.10.2018 waren in jüngerer Vergangenheit besonders die Ortslagen Bolanden, Weierhof, Bischheim, Gauersheim, Orbis, Oberwiesen, Rittersheim, Stetten, Kirchheimbolanden, Marnheim und Mörsfeld von Starkregenschäden betroffen.

Tab. 1: Prüftabelle starkregeninduzierte Sturzflutgefährdung von Ortslagen

Ortslage	Gefährdung durch wild abfließendes Wasser		Gefährdung durch Ausuferung eines Fließgewässers					Starkregenschäden bekannt*	Gefährdungswahrscheinlichkeit
	Abflusskonzentration in Richtung Ortslage	Verstärkende Wirkung durch abflussfördernde Flächennutzung, Hangneigung oder Wegeführung	Fluss/ Bach/ Graben in der Ortslage (nur Gewässer 2. und 3. Ordnung)	Abflussquerschnitt in der Ortslage eingeengt	Einzugsgebiet >10 km ² und abflussfördernde Eigenschaften	Bebauung im potenziellen Überflutungsbereich (nach HoWaRüPo)	Bebauung im Überflutungsbereich nach HWRM-RL bei HQ 100 (nur Gewässer 2. Ordnung)		
Mörsfeld	x	x	x	x	-	-	-	x	hoch*
Kriegsfeld	x	x	x	-	-	-	-	-	mäßig
Oberwiesen	x	x	x	x	x	x	-	x	Hoch
Orbis	x	-	-	-	-	-	-	x	hoch*
Morschheim	x	x	-	-	-	-	-	-	mäßig
Ilbesheim	x	x	-	-	-	-	-	-	mäßig
Stetten	x	x	-	-	-	-	-	x	Hoch
Gauersheim	x	x	x	x	x	x	-	x	Hoch
Rittersheim	x	x	x	x	x	x	-	x	Hoch
Bischheim	x	-	x	x	x	x	-	x	Hoch
Heubergerhof	x	x	-	-	-	-	-	-	mäßig
Kirchheimbolanden	x	-	x	x	-	-	-	x	hoch*
Haide	x	-	-	-	-	-	-	-	mäßig
Dannenfels	x	x	x	x	-	-	-	-	hoch
Jakobsweiler	x	x	x	x	-	x	-	-	hoch
Bennhausen	-	-	-	-	-	-	-	-	gering
Bolanden	x	x	x	x	-	x	-	x	hoch
Weierhof	x	x	x	x	x	x	-	x	hoch

Ortslage	Gefährdung durch wild abfließendes Wasser		Gefährdung durch Ausuferung eines Fließgewässers					Starkregenschäden bekannt*	Gefährdungswahrscheinlichkeit
	Abflusskonzentration in Richtung Ortslage	Verstärkende Wirkung durch abflussfördernde Flächennutzung, Hangneigung oder Wegeführung	Fluss/ Bach/ Graben in der Ortslage (nur Gewässer 2. und 3. Ordnung)	Abflussquerschnitt in der Ortslage eingeengt	Einzugsgebiet >10 km ² und abflussfördernde Eigenschaften	Bebauung im potenziellen Überflutungsbereich (nach HoWaRüPo)	Bebauung im Überflutungsbereich nach HWRM-RL bei HQ 100 (nur Gewässer 2. Ordnung)		
Marnheim	x	x	x	x	x	x	x	x	hoch
Elbisheimerhof	x	x	-	-	-	-	-	-	mäßig

*wegen bereits aufgetretener Starkregenschäden

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der topografischen Gefährdungsanalyse und der bekannten Sturzflutschäden wird für folgende Ortslagen die Aufstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzeptes vordringlich empfohlen (die Reihenfolge der Nennung stellt keine Gewichtung oder Priorisierung dar):

- Mörsfeld
- Oberwiesen
- Orbis
- Stetten
- Gauersheim
- Rittersheim
- Bischheim
- Kirchheimbolanden
- Dannenfels
- Jakobsweiler
- Bolanden
- Weierhof
- Marnheim

3 Anhang (gesondertes Dokument)

„ANHANG_Methodenhandbuch_VG_Starkregen_Maerz2018“

Methodik zur Analyse der Gefährdung durch starkregeninduzierte Sturzfluten
(Ingenieurbüro BGHplan, Trier und Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Gladbach)