

## Stadt Eschborn

Erstellung einer Starkregensimulation und Analyse der Abflusswege, Ermittlung von zentralen und dezentralen Maßnahmen zur Schadensminimierung bei Starkregenereignissen

### Bericht

Erstellt im Auftrag:



**Stadt Eschborn**  
**Der Magistrat**  
Rathausplatz 36  
65760 Eschborn

Bearbeiter:

**RUIZ RODRIGUEZ**  
**ZEISLER BLANK**

Ingenieurgesellschaft für  
Wasserbau und Wasserwirtschaft

Mühlhohle 2

D-65205 Wiesbaden

Gefördert durch:

**HESSEN**



Hessisches Ministerium für Umwelt,  
Klimaschutz, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz





## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Vorbemerkungen</b>	<b>4</b>
<b>2 Einzugs- / Projektgebiet</b>	<b>5</b>
<b>3 Datengrundlagen</b>	<b>6</b>
3.1 Topographische Datengrundlagen	6
3.1.1 Digitales Geländemodell / Laserscanbefliegung	6
3.1.2 Einarbeitung der Gebäude	7
3.1.3 Einarbeitung der Durchlässe / Verdohlungen	8
3.1.4 Aufbereitung der Geländenutzungsarten	9
3.2 Hydrologische Datengrundlagen	10
3.2.1 Auswertung von RADOLAN-Daten	10
3.2.2 Auswertung von KOSTRA-Daten	15
<b>4 Hydraulische Starkregensimulation zur Lokalisierung der Fließwege</b>	<b>18</b>
4.1 Berechnungstool hydraulische Starkregensimulation	18
4.2 Ermittlung des effektiven Niederschlags für die hydraulische Starkregensimulation	18
4.3 Rauheitsansätze bei der hydraulischen Starkregensimulation	19
4.4 Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes	21
4.5 Besonderheiten im hydraulischen Modell bei den Simulationen mit Niederschlagsbelastungen aus KOSTRA	24
<b>5 Ergebnisse der hydraulischen Starkregensimulation</b>	<b>26</b>
5.1 Einstellungen der hydraulischen Starkregensimulation	26
5.2 Darstellung der Ergebnisse der hydraulischen Starkregensimulation	26
<b>6 Risikobewertung</b>	<b>30</b>
6.1 Allgemeines	30
6.2 Risikokarten	30
6.3 Risikoanalyse und Handlungskonzept	32
<b>7 Lokalisierung potenzieller Standorte für dezentrale Schutzmaßnahmen</b>	<b>35</b>
<b>8 Anlagen</b>	<b>36</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der vor Ort erfassten Durchlässe / Verdohlungen .....	9
Tabelle 2:	Identifizierte Niederschlagsereignisse aus CatRaRE für die Stadt Eschborn .....	11
Tabelle 3:	Niederschlagshöhen und –spenden für das Rasterfeld Spalte 23, Zeile 66 (Stadt Eschborn – Quelle: KOSTRA-DWD 2010R) .....	16
Tabelle 4:	Rauheitsansätze bei der hydraulischen Starkregensimulation (Quelle: Anhang 1a – Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg) .....	20
Tabelle 5:	Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes am Abflussgeschehen der betrachteten Niederschlagsereignisse nach KOSTRA .....	22

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtskarte Betrachtungsgebiet der Stadt Eschborn .....	5
Abbildung 2:	Schummerung des digitalen Geländemodell (Ausschnitt - Stadtteil Niederhöchstadt) .....	7
Abbildung 3:	Ergebnis der Testsimulation zur Identifizierung von Durchlässen / Brückenbauwerken und weiteren hydraulisch relevanten Strukturen (rot markierte Bereiche dokumentieren entsprechende unplausible Bereiche) .....	8
Abbildung 4:	Verteilung der Geländeenutzungen innerhalb der Stadt Eschborn .....	9
Abbildung 5:	RODOLAN - Kacheln im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn	10
Abbildung 6:	Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2007 (Quelle: Kachelmannwetter.com) .....	12
Abbildung 7:	Radarbild vom Niederschlagsereignis am 10.06.2001 (Quelle: Kachelmannwetter.com) .....	13
Abbildung 8:	Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2013 (Quelle: Kachelmannwetter.com) .....	14
Abbildung 9:	Übersicht Starkregenindex (Quelle: DWA, Korrespondenz Abwasser, Abfall 2018 (65) Nr. 2.) .....	15
Abbildung 10:	Modellregen Euler Typ 2 nach KOSTRA für die Jährlichkeiten T 30 a, D = 60 min (SRI 4/5) und T 100 a, D = 60 min (SRI 7) .....	16
Abbildung 11:	Siedlungsgebiete (blau) und Außengebiete (grün) im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn .....	22
Abbildung 12:	Niederschlagsbelastung in den kanalisierten Siedlungsgebieten bei T 30 a, D = 60 min (intensiver Starkregen = Starkregenindex 4) .....	23
Abbildung 13:	Niederschlagsbelastung in den kanalisierten Siedlungsgebieten bei T 100 a, D = 60 min (intensiver Starkregen = Starkregenindex 7) ..	23

---

Abbildung 14:	Niederschlagsbelastung in den kanalisierten Siedlungsgebieten bei Starkregenindex 10 = Extremereignis .....	24
Abbildung 15:	Legende der Starkregengefahrenkarten.....	27
Abbildung 16:	StRGK 5 für die untersuchten Ereignisse nach RADOLAN.....	28
Abbildung 17:	StRGK 5 für Starkregenindex 4/5 – intensiver Starkregen .....	28
Abbildung 18:	StRGK 5 für Starkregenindex 7 – außergewöhnlicher Starkregen ..	29
Abbildung 19:	StRGK 5 für Starkregenindex 10 – Extremereignis .....	29
Abbildung 20:	Gefährdung und Vulnerabilität als prägende Einflussfaktoren des Risikos (angelehnt an Grünewald, 2005) – Quelle: Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg - Anhang 6 – Risikoanalyse .....	30
Abbildung 21:	Legende der vereinfachten Risikobewertung nach DWA-M 119 .....	31
Abbildung 22:	vereinfachte Risikobewertung für SI 4/5 – Kartenblatt 5.....	32
Abbildung 23:	Hochwasser- / Starkregenangepasste Bauweise .....	32
Abbildung 24:	Beispiel Risikosteckbrief (Quelle: LUBW).....	33

## 1 Vorbemerkungen

Durch die Zunahme von Starkregenereignissen in den letzten Jahren und den dadurch immer häufigen auftretenden lokalen Überflutungen hat die Stadt Eschborn, vertreten durch den Magistrat, die Ingenieurgesellschaft Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank, GbR mit der „Erstellung einer Studie und Analyse des Gefährdungspotenzials durch Starkregen“ beauftragt. Neben der Erstellung von Starkregenregengefahrenkarten sollte zusätzlich eine Risikobewertung gemäß DWA-M 119<sup>1</sup> und eine Lokalisierung potenzieller Standorte für dezentrale Schutzmaßnahmen erfolgen.

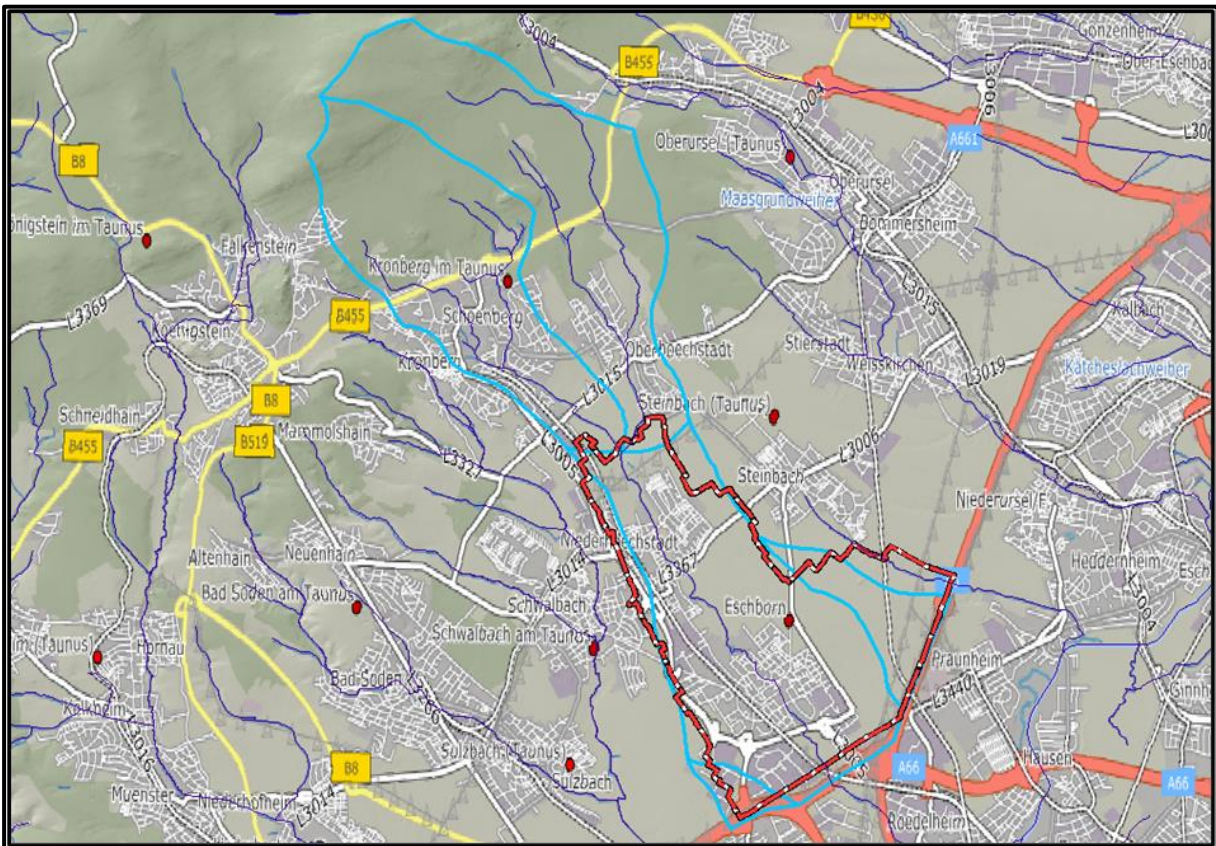
In dem nachfolgenden Bericht sind die Eingangsdaten, die Durchführung der hydraulischen Starkregensimulation und die Ergebnisse detailliert beschrieben.

---

<sup>1</sup> DWA-Regelwerk / Merkblatt DWA-M 119, Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, November 2016

## 2 Einzugs- / Projektgebiet

Eschborn ist eine Stadt im hessischen Main-Taunus-Kreis und besteht aus den Stadtteilen Eschborn und Niederhöchstadt. Auf der Gemeindefläche von ca. 12,13 km<sup>2</sup> leben 23.058 Einwohner (Stand 31.12.2022)<sup>2</sup>. Die Stadt Eschborn liegt nördlich der A66 im Einzugsgebiet des Westerbachs, einem rund 11,5 Kilometer langem nördlichen Zufluss der Nidda. Das Einzugsgebiet in Eschborn ist durch einen großen Siedlungsbereich mit entsprechender Versiegelung und einem vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Außenbereich geprägt. Da bei Starkregenuntersuchungen nicht die Stadtgrenze maßgebend ist, sondern die jeweiligen Einzugsgebiete, ergab sich für die hydraulische Starkregensimulation eine Bearbeitungsgebietsgröße von ca. 25 km<sup>2</sup>. In der nachfolgenden Abbildung ist die Stadtgrenze von Eschborn mit den maßgebenden, umliegenden Einzugsgebietsgrenzen dargestellt:



**Abbildung 1:** Übersichtskarte Betrachtungsgebiet der Stadt Eschborn

Die hydraulische Starkregensimulation wurde über die Stadtgrenze von Eschborn hinaus für große Teile der in Abbildung 1 dargestellten maßgebenden Einzugsgebiete (blaue Linien) durchgeführt, die Analyse des Gefährdungspotenzials sowie die Lokalisierung potenzieller Standorte für dezentrale Schutzmaßnahmen nur innerhalb der Stadt Eschborn (rot-weiße Linie).

<sup>2</sup> Einwohnermeldeamt Stadt Eschborn, 31.12.2022, <https://www.eschborn.de/wirtschaft/wirtschaftsstandort/statistik>

### 3 Datengrundlagen

Für eine Starkregensimulation sind unterschiedliche Datengrundlagen notwendig. Neben einem hochauflösenden Abbild des Geländes werden weiterhin hydrologische Eingangsdaten benötigt. In den nachfolgenden Kapiteln werden die verwendeten Datengrundlagen beschrieben.

#### 3.1 Topographische Datengrundlagen

Die topographischen Datengrundlagen für eine hydraulische Ermittlung der Starkregengefährdung werden alle vom Land Hessen kostenlos zur Verfügung gestellt. Im Downloadcenter der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) können neben den hochauflösenden Laserscandaten als DGM 1 zusätzlich das Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®) mit den entsprechenden Geländenutzungsarten sowie digitale Kartengrundlagen bzw. Luftbilder für die Bearbeitung abgerufen und aufbereitet werden.

##### 3.1.1 Digitales Geländemodell / Laserscanbefliegung

Für eine hydraulische Starkregensimulation zur Lokalisierung der Fließwege ist die wichtigste Grundlage ein hinreichend genaues Abbild des vorhandenen Geländes, ein so genanntes digitales Geländemodell (DGM). Die Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) vertreibt für das gesamte Land Hessen ein sogenanntes Airborne Laserscanning Modell (ALS) mit einer Rasterweite von 1 x 1 m, welches im Bereich der Stadt Eschborn letztmalig im Winterhalbjahr 2016 / 2017 neu befliegen wurde. Dieses Modell ist für eine Starkregensimulation unabdingbar, da es ein exaktes, hochauflösendes Abbild des vorhandenen Geländes liefert.

Diese Daten stehen auf einem Server der HVBG gemeindeweise für die Bearbeitung von wasserwirtschaftlichen Projekten als Download zur Verfügung. Die Laserscandaten sind dort als ASCII-File mit Rechts-, Hoch- und Höhenwerten abgelegt und müssen für ArcGIS aufbereitet werden. Hierfür wurden die digitalen Daten kachelweise in GeoTIFF's aufbereitet und anschließend zu einem einheitlichen Datensatz zusammengerechnet. Die Aufbereitung der DGM 1-Daten in ein regelmäßiges GeoTIFF erfolgte für das gesamte Bearbeitungsgebiet, also für das in Abbildung 1 dargestellte Projektgebiet der Stadt Eschborn.

In einem ersten Arbeitsschritt wurde die Qualität des Modells überprüft. Mittels einer Schummerung, bei der GIS-technisch eine virtuelle Lichtquelle auf das Modell scheint und somit eine Graustufen-3D-Darstellung der Oberfläche entsteht, wurden sämtliche Bruchkanten und Eintiefungen im Modell sichtbar gemacht. Durch einen Abgleich der Schummerung mit den vorliegenden digitalen Orthofotos wurden markante Bereiche im Modell augenscheinlich plausibilisiert. Die Qualität des vorliegenden Höhenmodells ist sehr gut und für die Erstellung einer Starkregensimulation ausreichend. Nachfolgend dargestellt ist ein Ausschnitt der Schummerung (Stadtteil Niederhöhnstadt):





**Abbildung 2:** Schummerung des digitalen Geländemodell (Ausschnitt - Stadtteil Niederhöchstadt)

Bei den beschriebenen Laserscandaten handelt es sich um reine Oberflächendaten im Rasterformat in welchem keine Gebäude, keine Durchlässe, keine Durchgängigkeit unter kleineren Brückenbauwerke und keine weiteren, detaillierten abflussrelevanten Strukturen enthalten sind. Die Nacharbeit dieser Besonderheiten in das hydraulische Modell sind in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

### 3.1.2 Einarbeitung der Gebäude

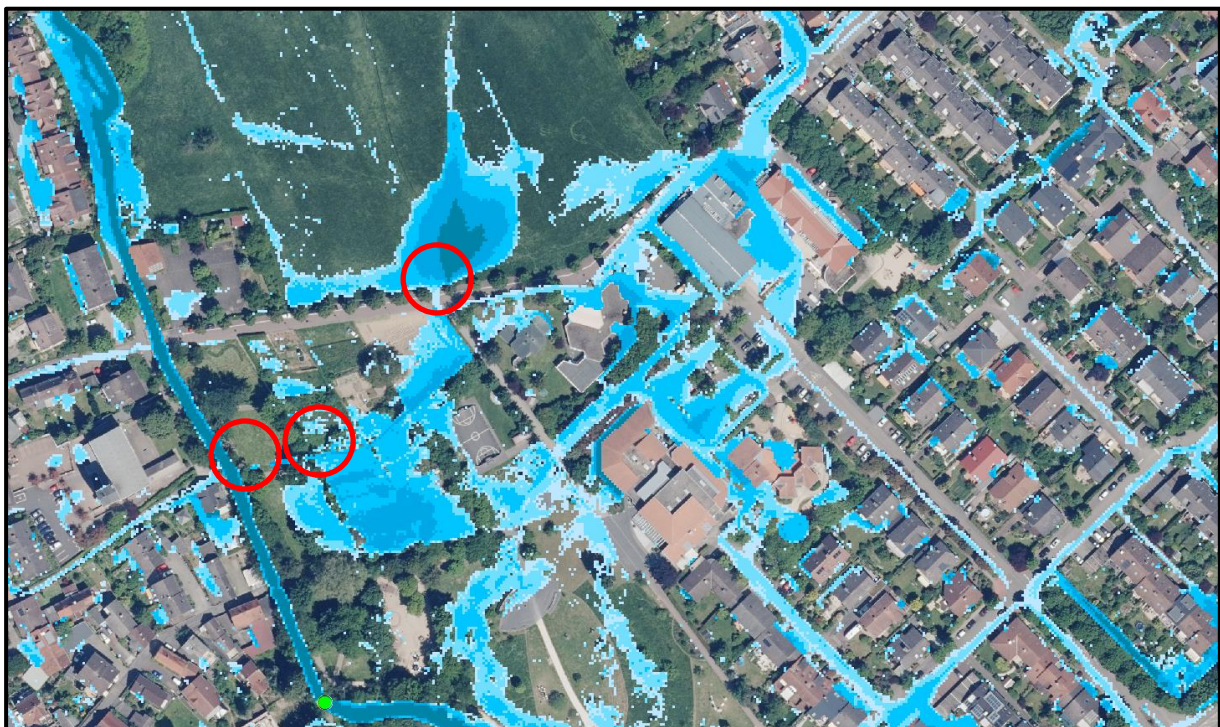
Aus dem ALKIS® wurden die Gebäudepolygone entnommen. Diese wurden zunächst einer visuellen Plausibilisierung unter Berücksichtigung des aktuellen Luftbildes unterzogen. Sofern Unstimmigkeiten lokalisiert wurden, wurden die Polygone entsprechend dem Luftbild angepasst. Bei größeren Gebäudegrundflächen, bei denen im Luftbild Innenhöfe erkennbar waren, wurden die Einfahrten in die Gebäudepolygone eingearbeitet. Dieser Arbeitsschritt ist wichtig, da Niederschlagswasser, welches sich modelltechnisch in den Innenhöfen ansammelt, ohne diese Anpassung nicht abfließen könnte. Durch die umschließenden Gebäudepolygone entsteht ohne diese Datenbereinigung eine Art Topf, welcher bei der hydraulischen Simulation gefüllt wird und dies zu einer kontinuierlichen Zunahme der Überflutungstiefen führt. Um solchen unrealistischen Überflutungsflächen vorzubeugen, wurden die Einfahrten bei Innenhöfen nachgearbeitet.

Die plausibilisierten und nachgearbeiteten Gebäudepolygone wurden mittels einer fiktiven Höhe von + 10 m über Geländemodell (jedes Gebäude ist einheitlich 10 m hoch) in das hydraulische Modell eingearbeitet. Die Gebäudekanten dienen zusätzlich zu

den hydraulisch relevanten Linienstrukturen als Bruchkanten und somit tatsächlichen Fließhindernissen in der hydraulischen Starkregensimulation.

### 3.1.3 Einarbeitung der Durchlässe / Verdohlungen

Wie bereits erläutert, verfügt das Laserscanmodell nicht über eine erforderliche hydraulische Durchgängigkeit, weshalb zusätzliche Nachbearbeitungen notwendig waren. In einem ersten Arbeitsschritt wurde eine Testsimulation auf dem bestehenden Laserscanmodell durchgeführt. Anhand dieser hydraulischen Berechnungen lassen sich die Fließwege des Wassers und zusätzlich die Rückstaubereiche hinter den vorhandenen Linienstrukturen identifizieren. In diesen Bereichen muss untersucht werden, ob in der Realität Durchlässe oder Brückenbauwerke vorhanden sind, welche im Laserscanmodell so erstmal nicht erfasst wurden. In der nachfolgenden Abbildung ist das Ergebnis dieser Testsimulation ausschnittsweise dargestellt:



**Abbildung 3:** Ergebnis der Testsimulation zur Identifizierung von Durchlässen / Brückenbauwerken und weiteren hydraulisch relevanten Strukturen (rot markierte Bereiche dokumentieren entsprechende unplausible Bereiche)

Auf Basis der Simulationsergebnisse wurden in einem ersten Arbeitsschritt die entsprechenden Bereiche GIS-technisch identifiziert. Neben Durchlässen, Brückenbauwerken und ggf. Unstimmigkeiten in den bereits in das Modell eingearbeiteten Gebäudedatensätzen wurden zusätzlich noch Gewässerflächen (Seen, Teiche, etc.) identifiziert, welche später bei der hydraulischen Simulation bereits als benetzt (mit Wasser gefüllt) angesetzt werden. Für das gesamte Projektgebiet wurden großmaßstäbliche Arbeitskarten im Format DIN-A3 erzeugt, welche Grundlage für die Besichtigung vor Ort waren. Während einer zweitägigen Ortsbegehung wurden die vorhandenen Durchlässe und sämtliche hydraulisch relevanten Linienstrukturen im Gebiet erfasst. In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht sind die Ergebnisse dokumentiert:

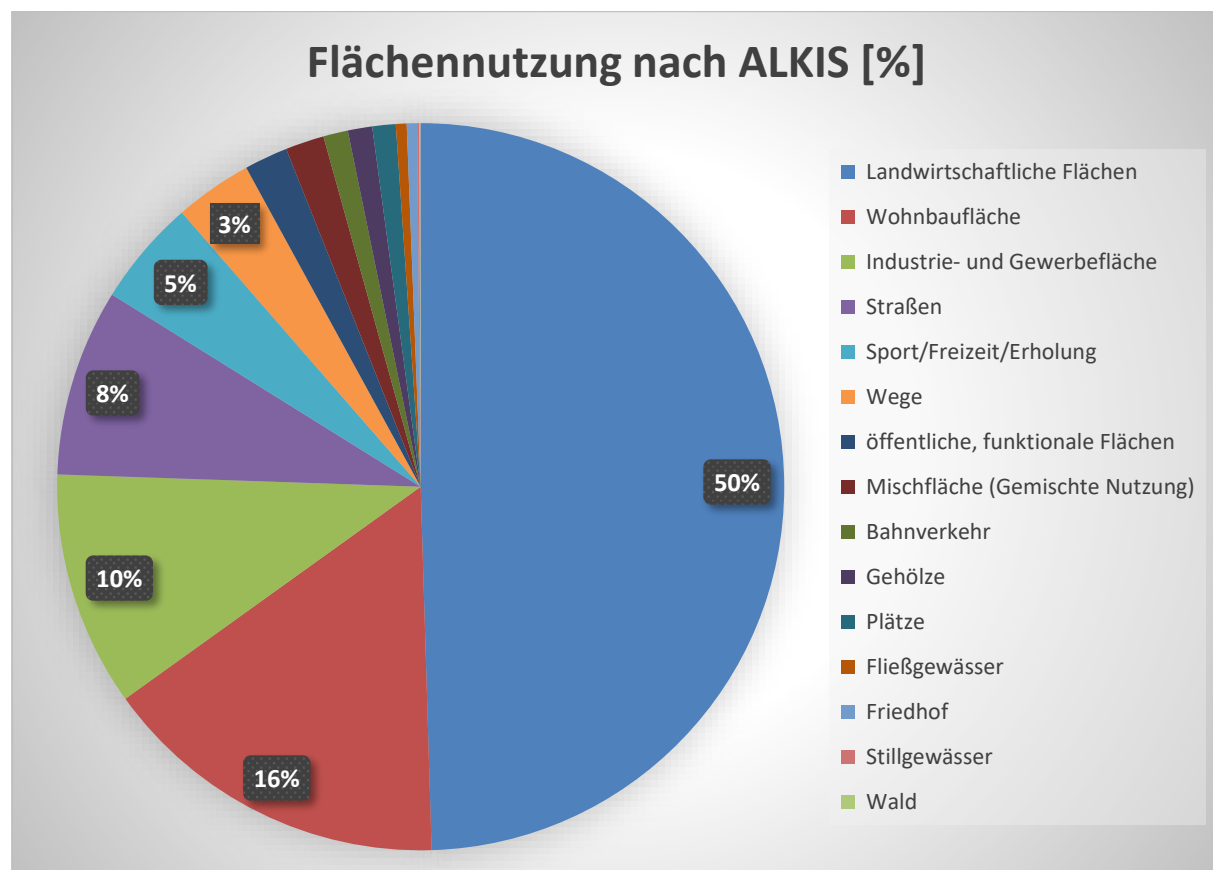
**Tabelle 1:** Übersicht der vor Ort erfassten Durchlässe / Verdolungen

Bezeichnung	Anzahl
Durchlässe / Verdolungen	58
Brückenbauwerke (ohne Durchgängigkeit im Modell)	9
Seen / Teiche	11
Unstimmigkeiten Gebäudepolygone	53

Diese Strukturen wurden anschließend nachträglich in das digitale Geländemodell eingearbeitet. Die vorhandenen Durchlässe wurden mittels hydraulischer Abflussbeziehungen erfasst und für die Simulation aufbereitet. Durch eine weitere hydraulische Testsimulation wurde die Funktionalität der beschriebenen Nacharbeitung überprüft.

### 3.1.4 Aufbereitung der Gelände nutzungsarten

Die Gelände nutzungsarten für die hydraulische Starkregensimulation im Untersuchungsraum der Stadt Eschborn wurden dem ALKIS® und dem aktuellen Luftbild entnommen. Diese digitalen Datengrundlagen wurden auch im Downloadcenter der HVBG angefordert und für die Stadt Eschborn entsprechend aufbereitet. Nachfolgend ist die prozentuale Verteilung der Gelände nutzungen für die Stadt Eschborn graphisch aufbereitet:



**Abbildung 4:** Verteilung der Gelände nutzungen innerhalb der Stadt Eschborn



Auf Grundlage dieser Geländenutzungsarten werden zum einen die Abflussbeiwerte zur Ermittlung des effektiven Niederschlags (siehe Kapitel 4.2) und die Rauheitsansätze (siehe Kapitel 4.3) für die hydraulische Starkregensimulation ermittelt.

### 3.2 Hydrologische Datengrundlagen

Neben den topografischen Datengrundlagen werden hydrologische Bemessungsgrößen benötigt. Für die Erstellung von Starkregengefahrenkarten sind gemäß den Vorgaben des Förderers, der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WI Bank) die vom Land Hessen empfohlenen RADOLAN-Daten zu verwenden. Diese Bemessungsgrößen lassen sich allerdings nicht eindeutig in Jährlichkeiten bzw. keinem eindeutigen Starkregenindex zuweisen. Für die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen sind diese Eintrittswahrscheinlichkeiten aber relevant, weshalb in Abstimmung mit der Stadt Eschborn zusätzlich hydraulische Starkregensimulationen auf Basis der KOSTRA-Bemessungsregen durchgeführt wurden. In den nachfolgenden Kapiteln wird die Herleitung der hydrologischen Bemessungsgrößen detailliert beschrieben.

#### 3.2.1 Auswertung von RADOLAN-Daten

Als hydrologische Eingangsgröße für die Erstellung von Starkregengefahrenkarten empfiehlt das Land Hessen die Verwendung von RADOLAN-Daten. Das Routineverfahren RADOLAN (Radar-Online-Aneichung) liefert aus der Kombination der punktuell an den Niederschlagsstationen gemessenen stündlichen Werten mit der Niederschlags erfassung der 17 Wetterradare flächendeckende, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste, quantitative Niederschlagsdaten im Echtzeitbetrieb für Deutschland. Diese Daten liegen seit 2001 vor und können für die hydraulischen Berechnungen herangezogen werden. In Abbildung 5 sind die ausgewerteten RADOLAN-Raster für die Stadt Eschborn dargestellt.

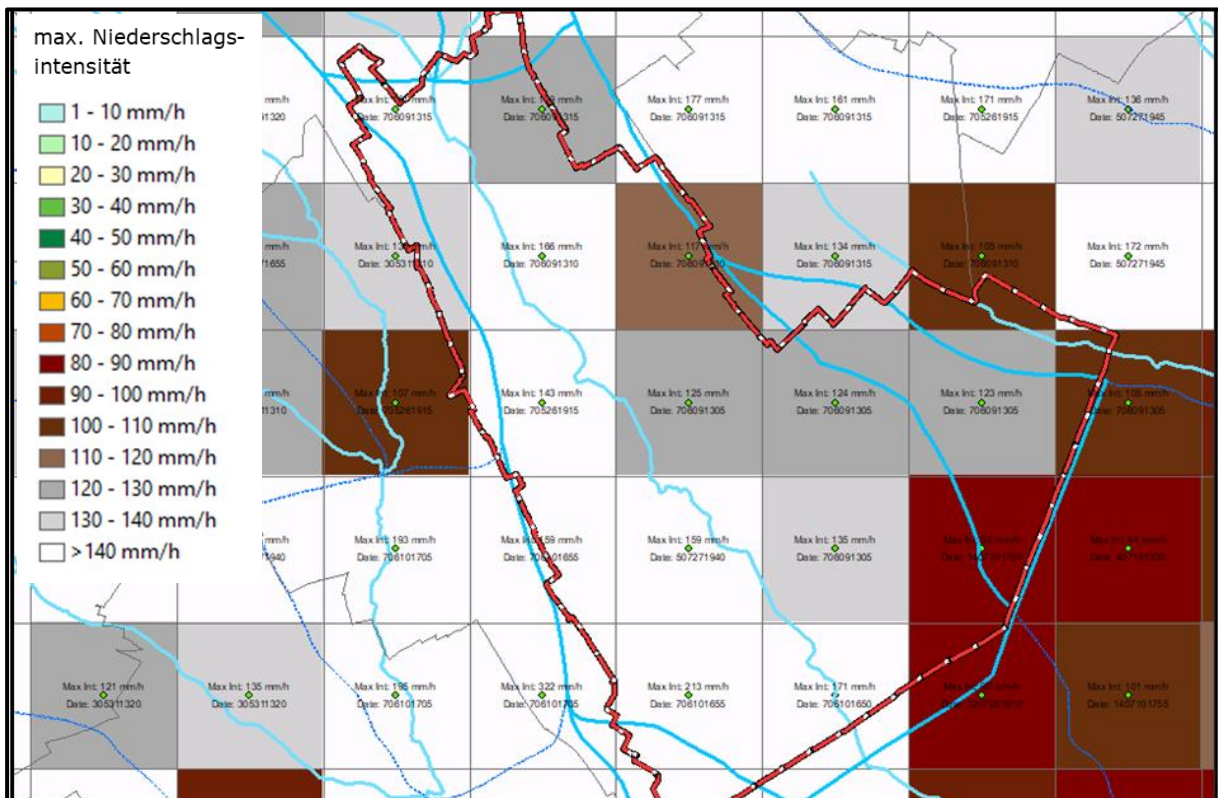


Abbildung 5: RADOLAN - Kacheln im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn

In einem ersten Arbeitsschritt wurden diese RADOLAN-Daten einer GIS-technischen Analyse unterzogen. Für das Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn wurden die maximalen Niederschlagsintensitäten je RADOLAN-Rasterzelle (1 km<sup>2</sup>) ermittelt und die dazugehörigen Niederschlagsereignisse mit Datum und Uhrzeit identifiziert. Da diese Auswertung der RADOLAN-Daten hinsichtlich der max. Intensität aber nur je RADOLAN-Rasterzelle ohne Zusammenhang zu den Nachbarzellen möglich ist, bietet der Deutsche Wetterdienst (DWD) zusätzlich die Kataloge der Starkregenereignisse (CatRaRE) auf Basis der RADOLAN-Daten an. Diese Kataloge basieren auf den klimatologisch aufbereiteten Daten des DWD-Radarverbunds (RADKLIM-RW) und dokumentieren die räumlich und zeitlich unabhängigen Starkregenereignisse über die RADOLAN-Rasterzellen hinaus.

Die Kataloge enthalten alle in Deutschland seit 2001 aufgetretenen Stark- und Dauerregenereignisse. Jedes Ereignis ist in CatRaRE über den Ort des maximalen Niederschlags sowie ein Polygon, das die charakteristische Fläche beschreibt, definiert. Zusätzlich zu den ereignisspezifischen Attributen enthält der Katalog meteorologische Daten der Umgebung – z. B. die Temperatur – sowie geografische und demografische Daten des Ereignisortes, z. B. den vorherrschenden Versiegelungsgrad und die Bevölkerungsdichte. Unter Verwendung dieser beiden Datengrundlagen (max. Intensität je RADOLAN-Rasterzelle und Analyse CatRaRE) wurden für die Stadt Eschborn maßgebende Niederschlagsereignisse identifiziert, welche für die hydraulische Starkregensimulation aufbereitet und simuliert wurden. Nachfolgend dargestellt ist die tabellarische Übersicht der identifizierten Niederschlagsereignisse aus CatRaRE für den Untersuchungsraum der Stadt Eschborn.

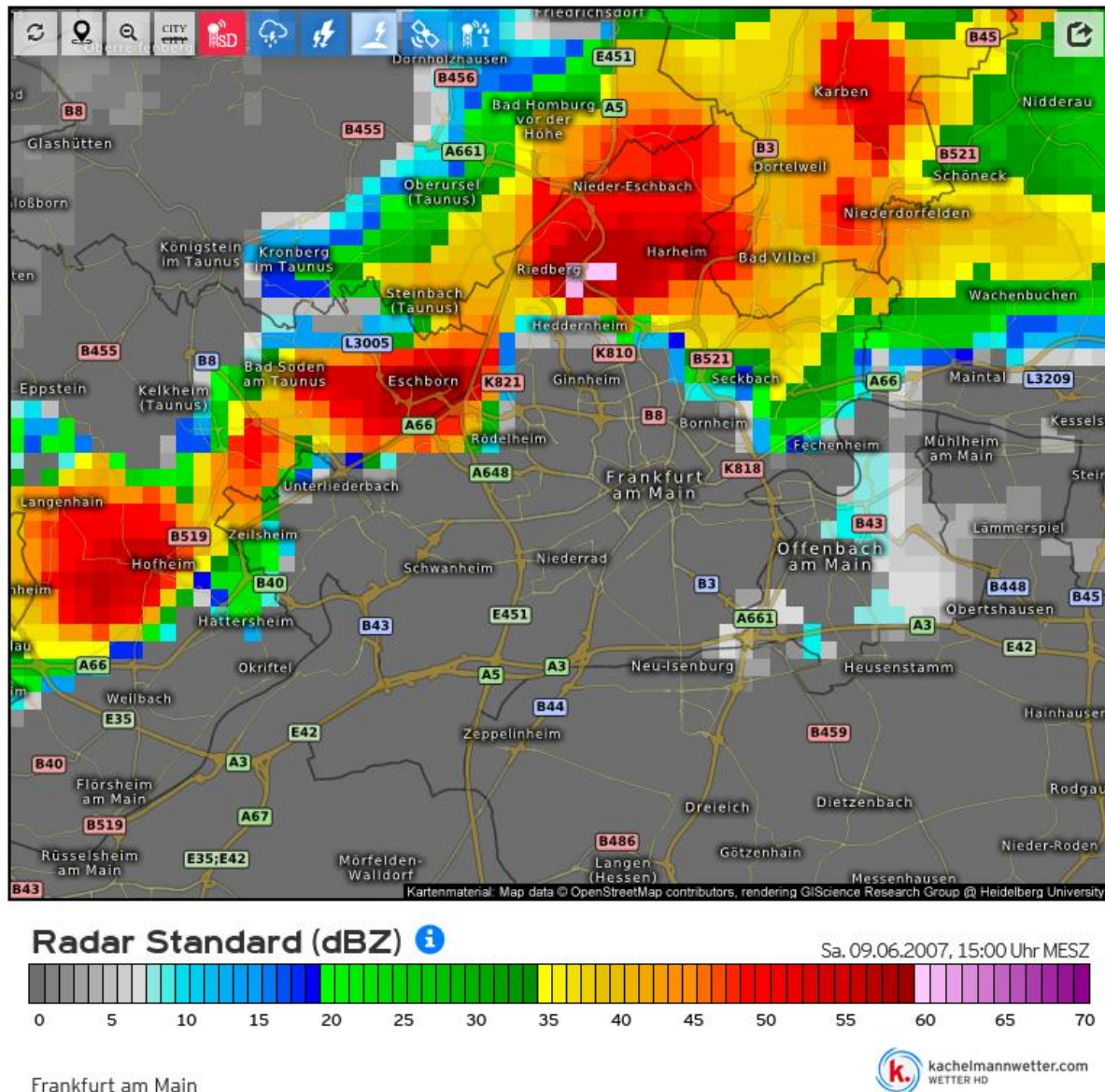
**Tabelle 2:** Identifizierte Niederschlagsereignisse aus CatRaRE für die Stadt Eschborn

Eschborn				
Datum	Uhrzeit	Dauer [h] Betroffene Zellen	Quelle	Max
31.05.2003	13:00	2/47	KLIMPRAX	237
27.07.2005	19:45	2/47	KLIMPRAX	172
26.05.2007	19:15	3/47	KLIMPRAX	171
09.06.2007	13:15	18/47	KLIMPRAX	206
10.06.2007	17:00	8/47	KLIMPRAX	338
05.06.2016	17:00	8/47	KLIMPRAX	202
22.10.2002	22:50	4	CatRaRe / W3 / T5	Nein
31.05.2003	11:50	2	CatRaRe / W3 / T5	Nein
07.08.2004	15:50	2	CatRaRe / W3 / T5	Nein
09.06.2007	12:50	1	CatRaRe / W3 / T5	Nein
10.06.2007	15:50	3	CatRaRe / W3 / T5	Nein
10.08.2009	16:50	2	CatRaRe / W3 / T5	Nein
05.06.2016	15:50	3	CatRaRe / W3 / T5	Nein

Als erstes maßgebendes Ereignis wurde der Niederschlag vom 09.06.2007 anhand der RADOLAN-Daten identifiziert. An diesem Samstag begann es gegen 14:45 Uhr zu regnen. Um 15:10 Uhr konnten für dieses Niederschlagsereignis Intensitäten mit bis zu 166 mm/h im nördlichen Teil des Eschborner Stadtgebiets anhand der RADOLAN-

Daten identifiziert werden. Das Niederschlagsereignis zog von Südost nach Nordwest über die Stadt Eschborn hinweg.

Dieses Ereignis wurde als erstes maßgebendes Niederschlagsereignis für die hydraulische Starkregensimulation im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn lokalisiert. Nachfolgend dargestellt ist ein Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2007, welches von Kachelmannwetter.com entnommen wurde:



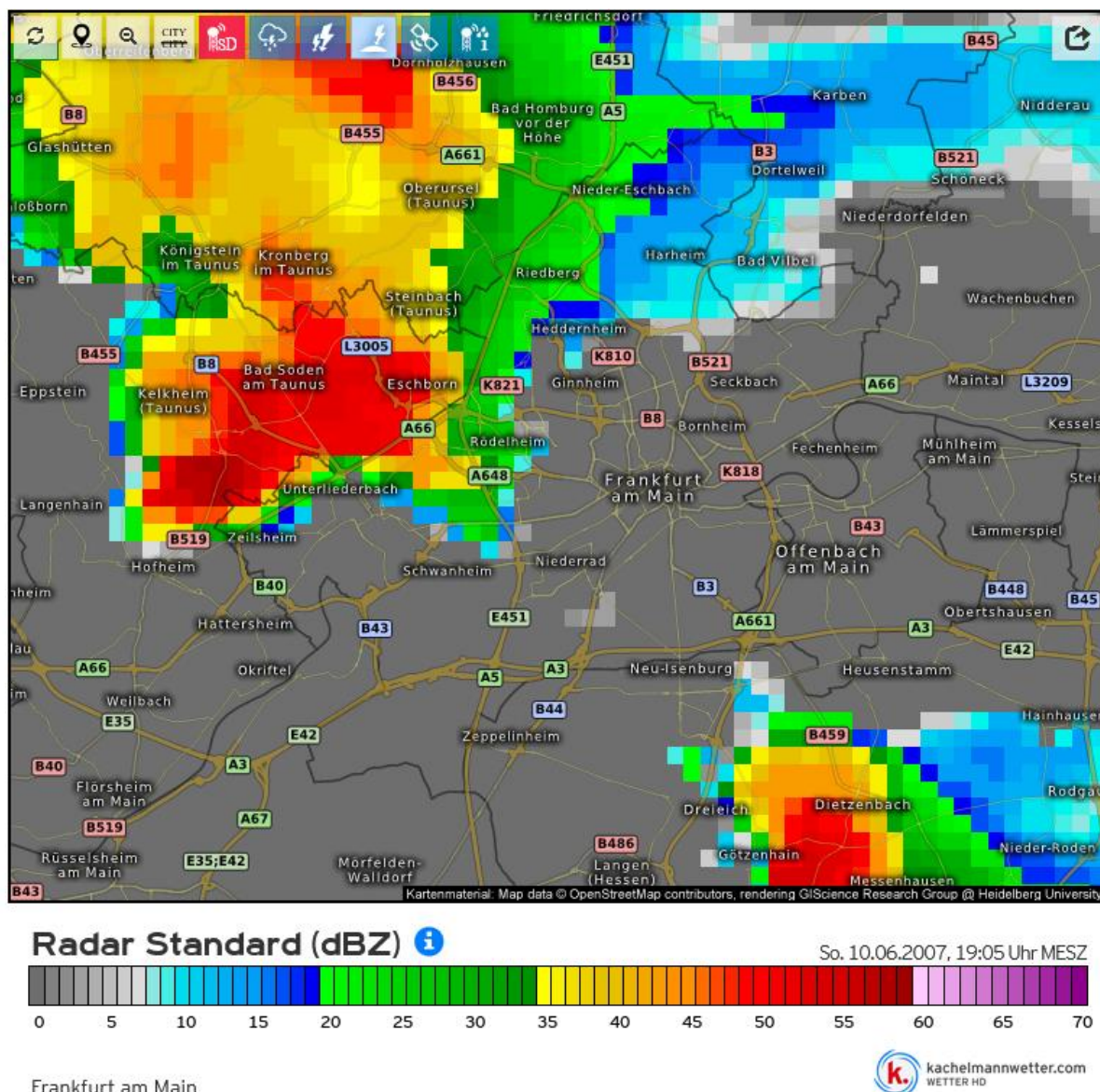
**Abbildung 6:** Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2007 (Quelle: Kachelmannwetter.com)

Bereits einen Tag später, erzeugte ein Niederschlagsereignis am 10.06.2007 am südlichen Rand des Stadtgebietes Niederschlagsintensitäten von bis zu 213 mm/h. An diesem Samstag begann es abends gegen 18:10 Uhr zu regnen. Dieses Niederschlagsereignis dauerte ca. drei Stunden an, wobei die maximalen Niederschlagsintensitäten gegen 18:55 Uhr aufgezeichnet wurden.

Dieses Ereignis wurde als ein weiteres maßgebendes Niederschlagsereignis für die hydraulische Starkregensimulation im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn



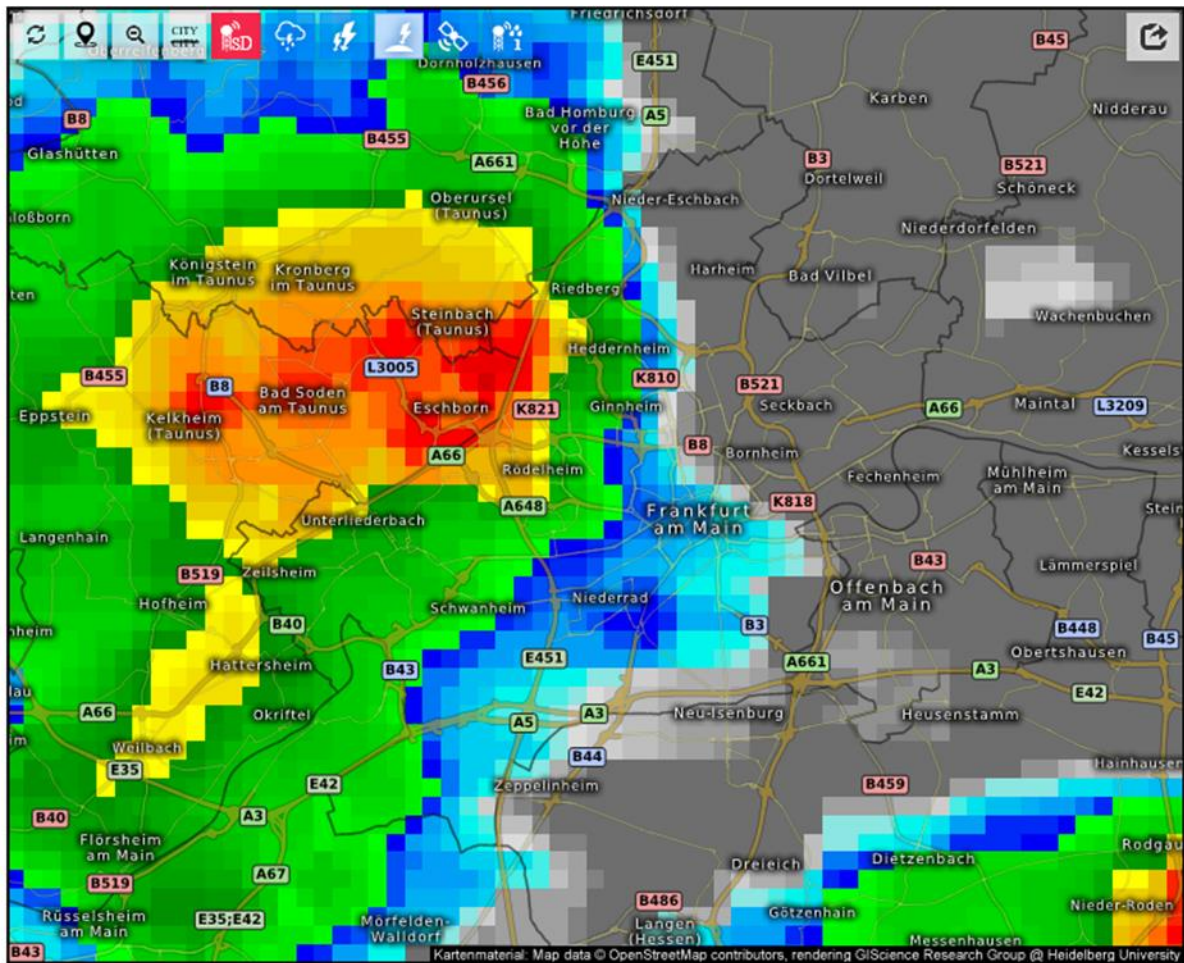
lokalisiert. Nachfolgend dargestellt ist ein Radarbild vom Niederschlagsereignis am 10.06.2007, welches von Kachelmannwetter.com entnommen wurde:



**Abbildung 7:** Radarbild vom Niederschlagsereignis am 10.06.2007 (Quelle: Kachelmannwetter.com)

Die klassische Auswertung der RADOLAN-Daten erfolgt über die Ermittlung der maximalen Niederschlagsintensitäten innerhalb eines 5-Minuten-Intervalls. Die maximalen Niederschlagsereignisse müssen aber nicht zwangsläufig die Ereignisse darstellen, die die größten Schäden hervorrufen. Sie geben nur einen Aufschluss darüber, dass innerhalb des 5-Minutenintervalls eine maximale Regenmenge in diesem Zeitintervall erfasst wurde, nicht aber wie die Niederschlagsentwicklung in den Zeitschritten davor und danach verlaufen ist. Aus diesem Grund wird zur Ermittlung der maßgebenden RADOLAN-Ereignisse für die durchzuführenden Simulationen gleichzeitig in lokalen Nachrichten und den Einsatzberichten der Feuerwehr nach potenziellen Ereignissen recherchiert. Auf Anfrage bei der Freiwilligen Feuerwehr Eschborn ergab sich durch einen Abgleich mit den Einsatzberichten, dass die bisher genannten Niederschlagsereignisse nicht in den Einsatzberichten der FF Eschborn zu finden sind. Ein weiteres

ermitteltes Ereignis vom 05.06.2016 tauchte zwar in den Einsatzberichten auf, konnte aber für die hydraulische Starkregensimulation nicht verwendet werden, da zum Ereigniszeitpunkt die relevante Radarstation ausgefallen war und somit die RADOLAN-Daten unvollständig waren. Nach Auswertung der von der FF Eschborn dokumentierten schadenserzeugenden Niederschlagsereignissen wurde sich deshalb dazu entschieden, für die hydraulische Starkregensimulation zusätzlich noch das Niederschlagsereignis vom 09.06.2013 hydraulisch zu untersuchen. Dieses Ereignis verursachte sechs Einsätze im Gebiet der Metzengasse, Westerbachstraße und im Oberort mit Schwerpunkt auf den Westerbach. Nachfolgend dargestellt ist ein Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2013, welches von Kachelmannwetter.com entnommen wurde:



Radar Standard (dBZ)

So, 09.06.2013, 09:45 Uhr MESZ



Frankfurt am Main



**Abbildung 8:** Radarbild vom Niederschlagsereignis am 09.06.2013 (Quelle: Kachelmannwetter.com)

Dieses Niederschlagsereignis zog auch von Südost nach Nordwest, erreichte aber nur eine maximale Niederschlagsintensität von 75 mm/h. Anders als beim erstgenannten Niederschlagsereignis am 09.06.2007 hielt diese höhere Intensität aber über einen



längeren Zeitraum an, so dass in der Summe deutlich mehr Niederschlag gefallen ist als bei dem Ereignis mit höherer Intensität.

Die digitalen Daten für sämtliche genannten Niederschlagsereignisse wurden von der Homepage des Deutschen Wetterdienstes exportiert und für die hydraulische Starkregensimulation in Form von Ganglinien aufbereitet.

### 3.2.2 Auswertung von KOSTRA-Daten

Für die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen empfiehlt es sich, zusätzlich statistische Niederschlagsereignisse mit unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten zu berücksichtigen. Diese Niederschlagsintensitäten mit statistischen Jährlichkeiten wurden dem Atlas für **Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs Auswertungen (KOSTRA)** des Deutschen Wetterdienstes entnommen. Die Auswertung der Niederschlagshöhen und -spenden für das Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn erfolgte für das Rasterfeld Spalte 23, Zeile 66 aus KOSTRA. Aufgrund der Erfahrungen des Aufstellers aus vergleichbaren Projekten und in Abstimmung mit der Stadt Eschborn wurden für die Niederschlagsbelastungen nach KOSTRA folgende Jährlichkeiten ausgewählt, welche sich an den Starkregengefahrenkarten anderer Kommunen in Hessen bzw. bundesweit orientieren:

- T 30 a, D = 60 min (intensiver Starkregen = Starkregenindex 4/5)
- T 100 a, D = 60 min (außergewöhnlicher Starkregen = Starkregenindex 7)
- Starkregenindex 10 – Extremereignis

Das betrachtete Extremereignis hat eine statistische Jährlichkeit von ca. 10.000 Jahren. Entsprechend der Empfehlung aus KA 02/2018<sup>3</sup> wird dieser Niederschlag nicht mit einer Jährlichkeit, sondern mit dem Starkregenindex (SRI) angegeben. Dieser liegt beim gewählten Extremereignis, wie oben bereits angegeben, bei SRI = 10. In der nachfolgenden Abbildung ist die Skala der Starkregenindizes dargestellt:

Wiederkehrzeit $T_R$ [a]	1	2	3,3	5	10	20	25	33,3	50	100	> 100				
Kategorie	Starkregen				intensiver Starkregen				außergewöhnlicher Starkregen		extremer Starkregen				
Starkregenindex SRI [-]	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Erhöhungsfaktor [-]										1,00	1,20 - 1,39	1,40 - 1,59	1,60 - 2,19	2,20 - 2,79	≥ 2,80

**Abbildung 9:** Übersicht Starkregenindex (Quelle: DWA, Korrespondenz Abwasser, Abfall 2018 (65) Nr. 2.)

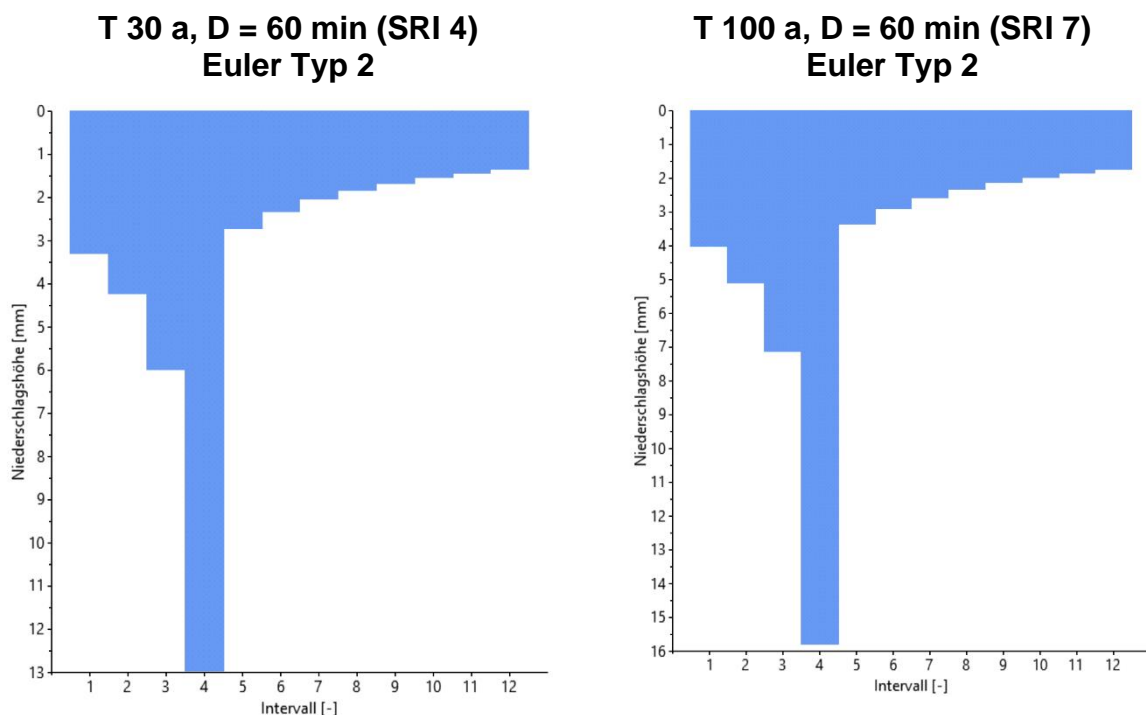
Die Auswertung der Niederschlagshöhen und -spenden für das Rasterfeld Spalte 23, Zeile 66 für die Stadt Eschborn aus KOSTRA ist nachfolgend abgebildet:

<sup>3</sup> DWA, Korrespondenz Abwasser, Abfall 2018 (65) Nr. 2. Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex, Theo G. Schmitt (Kaiserslautern) et. al.

**Tabelle 3:** Niederschlagshöhen und –spenden für das Rasterfeld Spalte 23, Zeile 66  
 (Stadt Eschborn – Quelle: KOSTRA-DWD 2010R)

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	4,9	6,6	7,5	8,7	10,4	12,0	13,0	14,2	15,8
10 min	7,7	10,0	11,3	13,0	15,3	17,6	18,9	20,6	22,9
15 min	9,5	12,3	13,9	16,0	18,8	21,5	23,2	25,2	28,0
20 min	10,7	13,9	15,8	18,2	21,4	24,6	26,4	28,8	32,0
30 min	12,3	16,2	18,5	21,4	25,3	29,2	31,5	34,3	38,3
45 min	13,7	18,4	21,2	24,7	29,5	34,2	37,0	40,5	45,3
60 min	14,5	20,0	23,2	27,2	32,6	38,1	41,3	45,3	50,8
90 min	16,1	21,7	25,1	29,2	34,9	40,5	43,9	48,0	53,7
2 h	17,3	23,1	26,5	30,8	36,6	42,4	45,8	50,1	55,9
3 h	19,2	25,2	28,7	33,2	39,2	46,2	48,7	53,1	59,2
4 h	20,6	26,8	30,4	35,0	41,1	47,3	50,9	55,5	61,7
6 h	22,9	29,3	33,0	37,7	44,1	50,5	54,3	59,0	65,4
9 h	25,4	32,0	35,9	40,8	47,4	54,0	57,9	62,8	69,4
12 h	27,3	34,1	38,1	43,1	49,9	56,7	60,7	65,7	72,5
18 h	30,3	37,3	41,5	46,7	53,7	60,7	64,9	70,1	77,1
24 h	32,6	39,8	44,1	49,4	56,6	63,8	68,1	73,4	80,6
48 h	41,1	50,5	56,0	62,9	72,2	81,6	87,1	94,0	103,4
72 h	47,1	57,7	63,9	71,8	82,4	93,0	99,2	107,1	117,7

Als Niederschlagsdauer für die angesetzten Modellregen wurde einheitlich eine Stunde angesetzt. Als Niederschlagsverteilung wurde der Modellregen Euler Typ 2 nach KOSTRA gewählt. Die entsprechenden Niederschlagsverteilungen der Jährlichkeiten T 30 a, D = 60 min (SRI 4/5) und T 100 a, D = 60 min (SRI 7) sind in Abbildung 10 dargestellt:



**Abbildung 10:** Modellregen Euler Typ 2 nach KOSTRA für die Jährlichkeiten T 30 a, D = 60 min (SRI 4/5) und T 100 a, D = 60 min (SRI 7)

Für den Modellregen des Extremereignisses wurde der 100-jährliche Niederschlag analog der Starkregenindextabelle aus **Abbildung 9** mit 1,7 multipliziert und eine analoge Ganglinie aufgebaut.

Bei einer Starkregenbetrachtung mit KOSTRA-Werten kommt es bei Einzugsgebieten größer 5 km<sup>2</sup> zum Überschätzen der Abflussspenden. Erfahrungsgemäß treten Gewitterzellen nur sehr lokal auf und überdecken eine sehr kleine Fläche von wenigen Quadratkilometern, meist mit einer starken Niederschlagskonzentration in der Mitte der Niederschlagszelle. Um die Kleinräumigkeit der Gewitterzellen bei der hydraulischen Modellierung zu berücksichtigen und um zu vermeiden, dass es aufgrund eines zu großen Einzugsgebietes zu einer Überschätzung des Abflusses im Unterlauf eines Gewässers kommt, sollten KOSTRA-Modellregen bei größeren Einzugsgebieten entweder aufgeteilt oder in einem aufwendigen Prozess abgemindert werden. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde eine solche Abminderung nicht vorgenommen, aber das hydraulische Modell für die KOSTRA-Simulationen im Bereich der Gewässer optimiert. Eine detaillierte Beschreibung folgt in Kapitel 4.5.

## 4 Hydraulische Starkregensimulation zur Lokalisierung der Fließwege

### 4.1 Berechnungstool hydraulische Starkregensimulation

Die hydraulische Starkregensimulation zur Lokalisierung der Fließwege in der Stadt Eschborn erfolgte mit dem 2D-Hydrodynamischen Berechnungstool „FloodArea“, das von der Geomer GmbH, Heidelberg in Zusammenarbeit mit der Ingenieurgemeinschaft Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank für den Einsatz im ArcGIS mit Einbeziehung der Funktionen der ArcGIS-Erweiterung Spatial Analyst entwickelt wurde. Mit Hilfe von FloodArea lassen sich Hochwasser-, Starkregen- oder Damm- und Deichbruchereignisse simulieren. Dieses Tool folgt einem hydrodynamischen Ansatz und berechnet die Überflutungssituation auf Basis eines regelmäßigen Rasters. Betrachtet werden jeweils alle 8 Nachbarzellen einer Rasterfläche. Das Abflussvolumen zu den Nachbarn wird mit Hilfe der Fließformel nach Manning-Strickler errechnet.

Die Fließhöhe ergibt sich jeweils aus der Differenz zwischen dem kleineren Wasserspiegel und der höheren Geländehöhe. Der Wasserspiegel und die Geländehöhe werden dabei für alle Richtungen zwischen der aktuell bearbeiteten Rasterfläche und allen Nachbarn verglichen. Vereinfachend wird für alle Nachbarn die gleiche Strömungsbreite angenommen, für die diagonal angrenzenden Rasterflächen wird jedoch die etwas größere Entfernung (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt) in der Berechnung berücksichtigt.

Zwischen den einzelnen Rasterflächen werden die errechneten Abflüsse jeweils zum Ende eines Iterationsschrittes verschoben, es kann folglich kein Volumen verloren gehen. Das Modell berücksichtigt die im Geländemodell abgebildeten Hindernisse sowohl absolut (Fließhindernis), als auch bezüglich eines nur in geringem Maße möglichen Wasseraustausches bei geringer Überströmung dieser Hindernisse.

Die Einspeisung bei den Starkregenberechnungen kann mit variablen Niederschlägen oder als Blockregen flächenhaft über ein Grid erfolgen. Über eine einzustellende Niederschlagsdauer wird das Modellgebiet über die Beregnungsfläche mit der vorgegebenen Niederschlagshöhe überregnet. Die Simulationsdauer kann auch über die Beregnungsdauer hinaus eingestellt werden, um das Abfließen des Niederschlagswassers im Gebiet nachvollziehen zu können. An nach der Simulation frei zu wählenden Querschnitten können Abflusswellen der Starkregensimulation aus der Kombination von Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung zu jeden Simulationszeitschritt automatisch generiert werden. Die eingesetzte Software eignet sich ideal zur Lokalisierung von vorhandenen, oberflächigen Fließwegen durch Starkregen.

### 4.2 Ermittlung des effektiven Niederschlags für die hydraulische Starkregensimulation

Der effektive Niederschlag ist der Anteil des Gebietsniederschlags, der in einem Einzugsgebiet unmittelbar nach einem Niederschlagsereignis als Direktabfluss in einem Fließgewässer wirksam wird. Zur Modellierung der abflusswirksamen Anteile eines Niederschlagsereignisses empfiehlt sich die Verwendung des Soil Conservation Service – Verfahrens (SCS-Verfahren). Dieser Ansatz basiert auf gebietsspezifischen Parametern wie Landnutzung und –bearbeitung, Bodenart und Feuchtegehalt.

Hierbei wird in einem ersten Arbeitsschritt die Klassifizierung des Bodentyps bestimmt. Der Untersuchungsraum der Stadt Eschborn wurde in Bodentyp B (Böden mit mittlerem Versickerungsvermögen) eingestuft. Anhand des Bodentyps können nun im SCS-

Verfahren die CN-Werte (runoff curve-number) aus Tabellen abgelesen werden. Die Werte wurden durch das SCS-Verfahren eingeführt und basieren auf Untersuchungen des Abflussverhaltens auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, die in einem Zeitraum von 20 Jahren durchgeführt wurden. Der CN-Wert ist ein Maß für das Wasserspeichervermögen des Bodens und ergibt sich aus dem jeweiligen hydrologischen Bodentyp, der Bodennutzung und der Bodenfeuchteklasse. Jeder CN-Wert verfügt über eine charakteristische Kurve, welche die Beziehung zwischen Niederschlag und dem daraus resultierendem Direktabfluss (effektiver Niederschlag) darstellt.

Neben den CN-Werten für die einzelnen Nutzungsarten werden zusätzlich noch die Anfangsverluste im SCS-Verfahren berücksichtigt. Ein solcher Verlust berücksichtigt beispielsweise den Verdunstungsverlust und den Muldenrückhalt in Abhängigkeit des Bodentyps, die es bei jedem Niederschlagsereignis gibt.

Unter Verwendung der beschriebenen Eingangswerte wurden mit folgenden Formeln der effektive Niederschlag und der Abflussbeiwert für jede Flächennutzungsart ermittelt:

**Effektive Niederschlagshöhe  $h_{Ne}$ :**

$$h_{Ne} = \frac{(h_N - h_a)^2}{(h_N - h_a) + \left( \frac{25400}{C_N} - 254 \right)}$$

**Abflussbeiwert  $\Psi$ :**

$$\Psi = \frac{h_{Ne}}{h_N}$$

Bei der Berechnung abgelaufener Niederschlagsereignisse liegen für jede RADOLAN-Zelle detaillierte Niederschlagssummen vor, welche sich natürlich unterscheiden. Da der effektive Niederschlag abhängig von der Niederschlagssumme ist, muss für jede RADOLAN-Zelle unter Berücksichtigung der entsprechenden Nutzungsart, der effektive Niederschlag ermittelt werden. Durch diesen Arbeitsschritt ist sichergestellt, dass je nach Niederschlagssumme eine modelltechnisch effektive Niederschlagsverteilung im Gelände stattfindet.

#### 4.3 Rauheitsansätze bei der hydraulischen Starkregensimulation

Die Flächennutzungen für die hydraulische Starkregensimulation im Untersuchungsraum der Stadt Eschborn wurden dem ALKIS® und dem aktuellen Luftbild entnommen. Jeder in diesem Liegenschaftskataster aufgeführten Nutzungsart wurde aus der Literatur eine entsprechende Rauheit als  $k_{St}$ -Beiwert nach Gauckler-Manning-Strickler zugewiesen. Für die  $k_{St}$ -Beiwerte nach Gauckler-Manning-Strickler gilt, je größer der Wert, desto glatter die Oberfläche.

Die in der Literatur angegebenen Rauheitswerte für Gauckler-Manning-Strickler gelten aber in der Regel nur für Abflüsse mit mindestens mehreren Dezimeter Überflutungstiefe. Für Dünnfilmabflüsse, wie im Starkregen üblich, sind diese Rauheitsansätze in den Fließformeln meist zu glatt. Dies führt zu einer Überschätzung der Fließgeschwindigkeiten bei geringen Überflutungstiefen und insgesamt zu einer zu schnellen Abflussbildung. Nach dem Stand der Forschung müssen die Rauheitswerte für den Dünnfilmabfluss angepasst werden, was aktuell in verschiedenen Modellversuchen von

Hochschulen erarbeitet wird. In diesen Forschungsvorhaben werden Rauheitsbeiwerte für die Klassen

- **Bis** zu einer Überflutungstiefe von **2 cm** wird der „**Dünnsfilm**“-Wert (siehe nachfolgende Tabelle für  $k_{St}$ ) als Rauheitswert verwendet.
- Ab **10 cm** wird der Rauheitswert aus der Literatur angesetzt.
- Dazwischen wird interpoliert (ggf. auch in Stufen).

ermittelt. Für die hydraulische Starkregensimulation im Untersuchungsraum der Stadt Eschborn wurden die Rauheitsbeiwerte für Gauckler-Manning-Strickler aus der Literatur entnommen und mit vorliegenden Erfahrungswerten angepasst. In der folgenden Tabelle sind die verwendeten Rauheiten dargestellt:

**Tabelle 4:** Rauheitsansätze bei der hydraulischen Starkregensimulation  
 (Quelle: Anhang 1a – Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg)

	Rauheit nach Gauckler-Manning-Strickler $k_{St}$ [ $m^{1/3}/s$ ]	
	Dünnsfilm bis 2 cm	ab 10 cm
Ackerland	8-12	15-30
Ackerland, verschlammte	10-15	20-35
Gartenland	3-6	5-15
Wald, Gehölz, Laub- und Nadelholz	3-6	5-20
Grünland	5-10	20-35
Rasen	3-8	20-35
Siedlungsfläche	6-15	10-20
Dachflächen *	50-60	
Fließgewässer, Stehendes Gewässer *	15-35	
Fließgewässer, verschlammte *	25-50	
Fließgewässer, stark bewachsen *	5-20	
Wildbach *	10-15	
Gerinne, gemauert, Beton *	50-80	
Landwirtschaftlicher Weg (Kies, Schotter) *	20-40	
Straße, Weg (Asphalt) *	40-60	
Straße, Weg (gepflastert) *	30-50	

\* Für diese Nutzungsarten sind keine Dünnsfilmabflüsse anzusetzen.

#### 4.4 Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes

Die Grundlage für hydraulische Starkregensimulationen bilden reine Oberflächenmodelle, bei denen die vorhandene Kanalisation nicht berücksichtigt wird. Hierfür müssten spezielle duale Simulationen von Kanalnetz und Oberfläche durchgeführt werden, welche allerdings sehr aufwendig und kostenintensiv sind. Diese Simulationen sind nicht Bestandteil der aktuellen Beauftragung.

Bei den hydraulischen Starkregensimulationen für die Stadt Eschborn werden Verdolungen oder große, leistungsfähige Kanalbeziehungen über hydraulische Abflussbeziehungen im Modell berücksichtigt, die klassischen Kanalsammler im Siedlungsbereich allerdings nicht. Diese klassischen Siedlungs-Entwässerungssysteme sind nach technischen Regelwerken gemäß DWA-Arbeitsblatt 118<sup>4</sup> und der DIN EN 752<sup>5</sup> bemessen. Diese Regelwerke definieren das Niveau der entsprechenden Entsorgungseinheit bzw. des entsprechenden -komforts anhand von Überflutungshäufigkeiten, welche auf Basis statistischer Niederschlagsereignisse in Kombination mit den langjährigen Erfahrungen aus der Entwässerungspraxis festgesetzt wurden. Je nach Siedlungsdichte und Nutzungskonzept liegt die Leistungsfähigkeit des öffentlichen Kanals bei einem Überflutungsschutz von 1- bis 5-jährliche Niederschläge.

Die im Rahmen von Starkregensimulationen betrachteten Niederschlagsereignisse, besonders bei der Verwendung der Bemessungsregen nach KOSTRA, liegen deutlich jenseits der durch die Normen vorgesehenen Ableitungskapazitäten des Kanalnetzes. Dennoch hat das Kanalnetz auch bei Starkregen eine gewisse Leistungsfähigkeit, deren Anteil am Gewässerabflussgeschehen mit zunehmender Niederschlagshöhe des Starkregens immer weiter abnimmt. Aufgrund der Erfahrungen des Aufstellers aus vergleichbaren Projekten und in Abstimmung mit der Stadt Eschborn wurde, unter Berücksichtigungen verschiedener Studien zur Starkregenanalyse aus anderen Bundesländern, festgelegt, dass für die Starkregensimulationen in der Stadt Eschborn die Leistungsfähigkeit des vorhandenen Kanalnetzes einheitlich für einen 1-jährlichen Bemessungsniederschlag angesetzt wird. Dieser Wert entspricht gemäß aktueller KOSTRA-Statistik für das Rasterfeld Spalte 23, Zeile 66 (Eschborn) einer Niederschlagshöhe von 14,5 mm in einer Stunde. In der nachfolgenden Tabelle ist unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes am Abflussgeschehen bei den betrachteten Niederschlagsereignisse nach KOSTRA dargestellt:

---

<sup>4</sup> DWA, Hydraulische Bemessung und Nachweise von Entwässerungssystemen, DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 118, März 2006

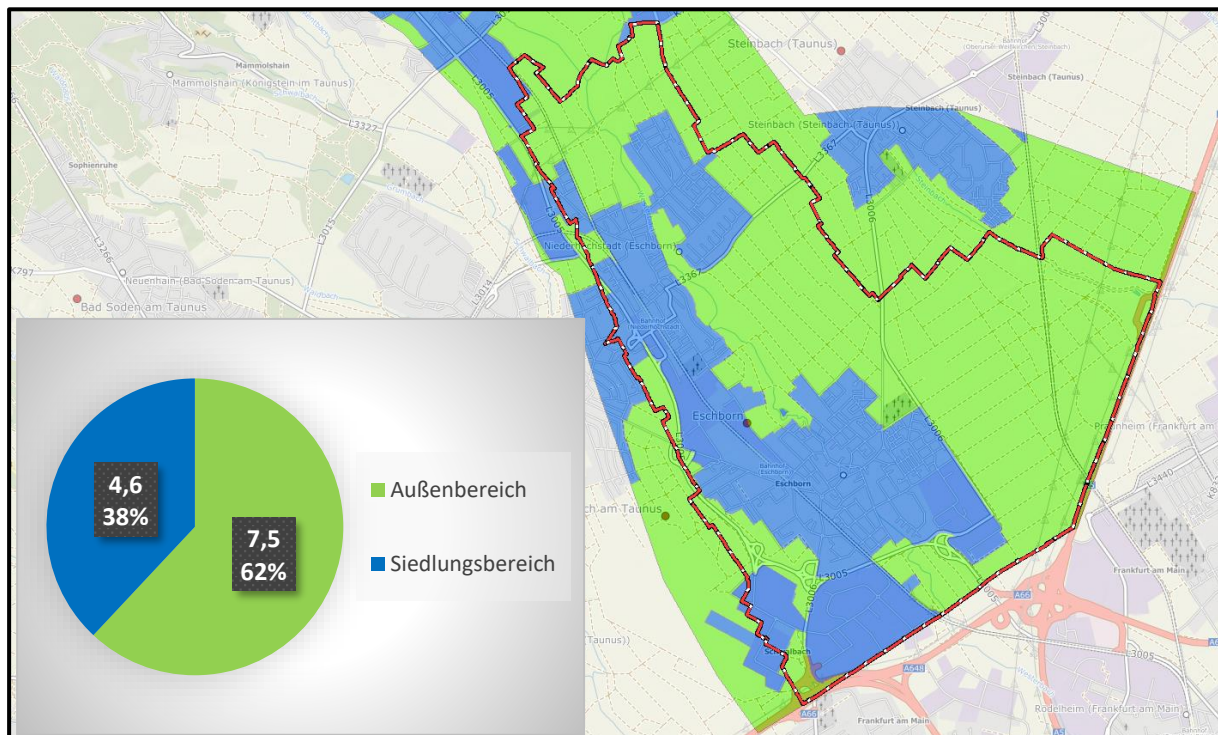
<sup>5</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 752; 2017



**Tabelle 5:** Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes am Abflussgeschehen der betrachteten Niederschlagsereignisse nach KOSTRA

Niederschlagsereignis	Niederschlagsbelastung <b>ohne</b> Berücksichtigung der Kanalisation	Annahme: Ableitung durch Kanalnetz (T = 1a)	Prozentuale Ableitung durch Kanalnetz	Niederschlagsbelastung <b>mit</b> Berücksichtigung der Kanalisation
	[mm]	[mm]	[%]	[mm]
T 30 a D = 60 min SRI = 4	41,31	14,50	35	26,81
T 100 a D = 60 min SRI = 7	50,80	14,50	29	36,30
Extremereignis SRI = 10	86,36	14,50	17	71,86

Um den Einfluss der vorhandenen Kanalisation vereinfacht zu berücksichtigen, wurde das Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn in städtische, kanalisierte Siedlungsgebiete und Außengebiete untergliedert (siehe Kapitel 4.4).

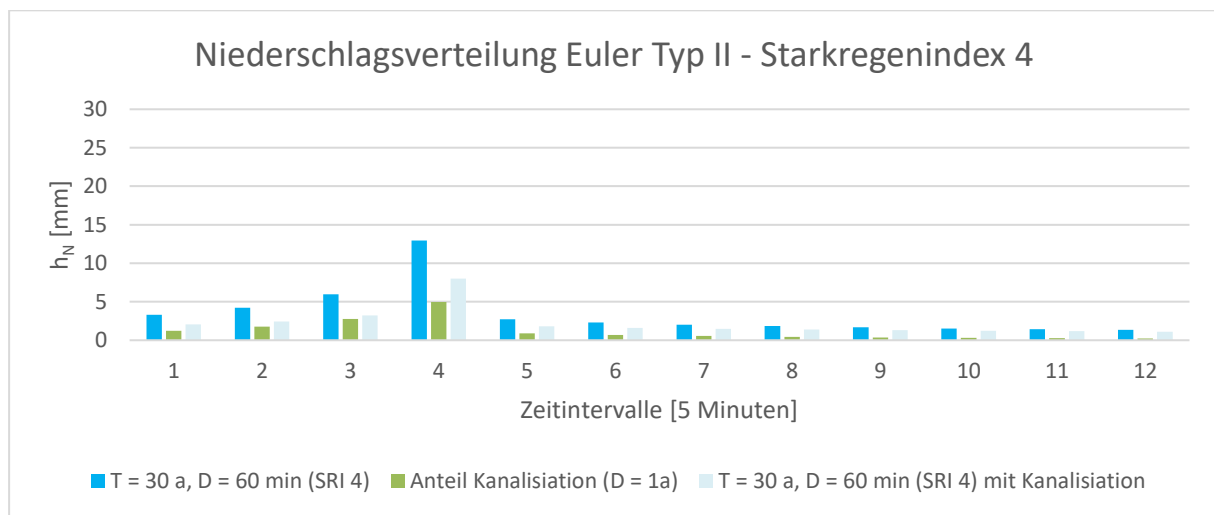


**Abbildung 11:** Siedlungsgebiete (blau) und Außengebiete (grün) im Untersuchungsgebiet der Stadt Eschborn

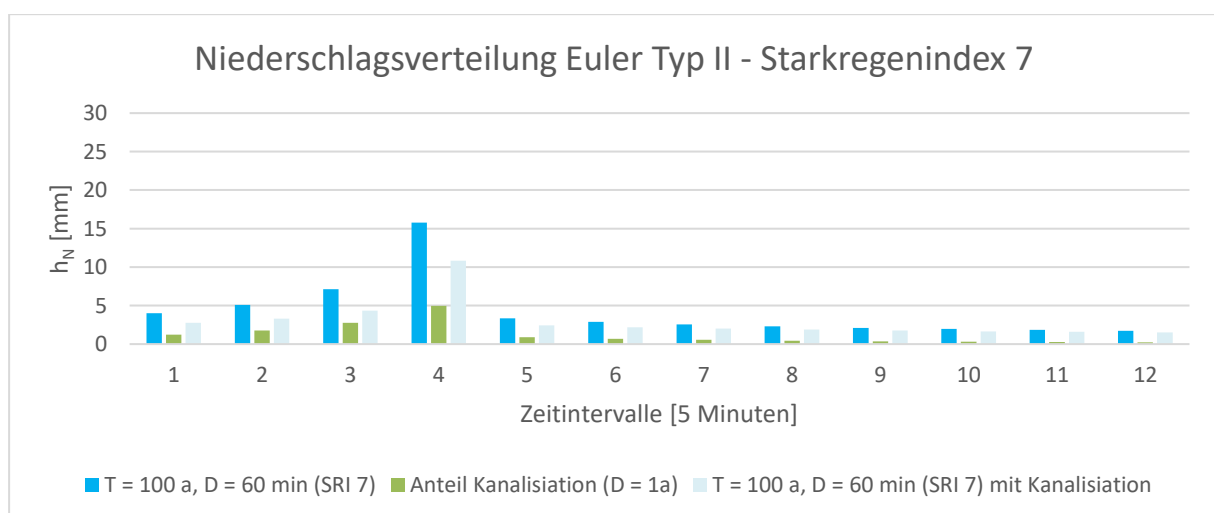


Anhand des vorliegenden Katasters in Abgleich mit den Siedlungsflächen aus dem aktuellen Amtlichen Topographisch-Kartographische Informationssystem wurden die kanalisierten Siedlungsgebiete identifiziert und abgegrenzt. Innerhalb dieser kanalisierten Bereiche wurde die Niederschlagsbelastung um die angesetzte Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes analog zu Tabelle 5 reduziert, in den Außengebieten ohne Kanalisation wurde diese in der Simulation nicht angepasst. Dabei beträgt der Anteil des angepassten und versiegelten Siedlungsbereiches der Stadt Eschborn ca. 38 % an der gesamten Stadtfläche (siehe Grafik in Abbildung 11).

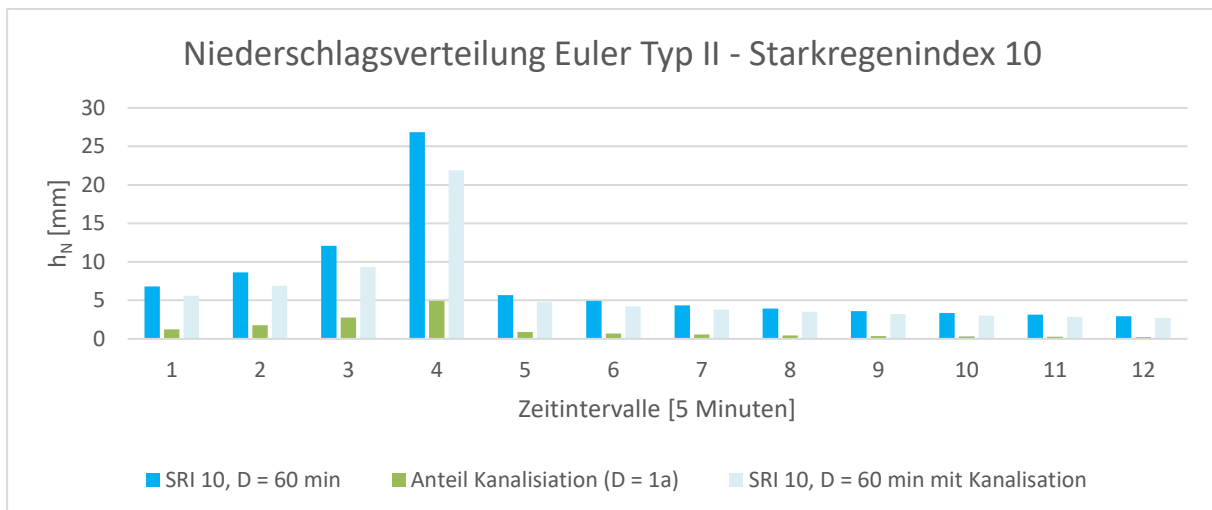
In den nachfolgenden Abbildungen 12 – 14 sind die Niederschlagsbelastungen für die drei zusätzlich untersuchten Ereignisse nach KOSTRA mit der Niederschlagsbelastung nach Euler Typ II unter Berücksichtigung des Ablaufs durch das Kanalnetz dargestellt. Die Ableitung durch das Kanalnetz entspricht hier einer Gesamtsumme von 14,5 mm analog des 1-jährlichen Niederschlags nach KOSTRA für die Stadt Eschborn.



**Abbildung 12:** Niederschlagsbelastung in den kanalisierten Siedlungsgebieten bei T 30 a, D = 60 min (intensiver Starkregen = Starkregenindex 4)



**Abbildung 13:** Niederschlagsbelastung in den kanalisierten Siedlungsgebieten bei T 100 a, D = 60 min (intensiver Starkregen = Starkregenindex 7)



**Abbildung 14:** Niederschlagsbelastung in den kanalisiertem Siedlungsgebieten bei Starkregenindex 10 = Extremereignis

#### 4.5 Besonderheiten im hydraulischen Modell bei den Simulationen mit Niederschlagsbelastungen aus KOSTRA

Bei Starkregensimulationen liegt der Fokus auf dem wild abfließenden Oberflächenwasser in der Fläche hin zu den Vorflutern. In diesen hydraulischen Untersuchungen werden die kleinräumigen Fließwege des Oberflächenabflusses und die daraus resultierenden Problembereiche für die Ortslagen detailliert aufgezeigt. Die Fließwege bei Starkregensimulationen münden meistens in den angrenzenden Vorflutern, welche das Niederschlagswasser letztendlich entwässern. Da in den hydraulischen Modellen diese Vorfluter nicht wie bei Hochwassergefahrenkarten oder der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten detailliert vermessen und nachträglich eingearbeitet werden, können im Bereich der Vorfluter großflächige Überflutungen entstehen. Dies liegt zum einen daran, dass die Vorfluter im hydraulischen Modell der Starkregensimulationen nicht die tatsächliche Leistungsfähigkeit aufweisen, zum anderen daran, dass es aufgrund der Größe der Einzugsgebiete zum Überschätzen der Abflussspenden kommt (vgl. Kapitel 3.2.2).

Diese hydraulisch bedingte zu geringe Leistungsfähigkeit der Vorfluter mit zusätzlicher Überschätzung der Abflussspenden gerade bei einer einheitlichen Niederschlagsbelastung mit KOSTRA hat zur Folge, dass im Bereich der Vorfluter weiträumige Überflutungsflächen entstehen können, welche deutlich größer ausfallen als bei klassischen hydraulischen Berechnungen eines Gewässers. Da am Westerbach ein gesetzliches Überschwemmungsgebiet festgesetzt ist, hat diese Überflutungsfläche eine deklaratorische Wirkung. Um zu vermeiden, dass Starkregenereignisse größere Überflutungsflächen im Bereich der Vorfluter erzeugen als hydraulische Berechnungen am Gewässer, wurden die Vorfluter analog den Hinweisen zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten<sup>6</sup> als unbegrenzt leistungsfähig angesetzt. Hierzu wurde die

<sup>6</sup> Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse des Starkregenrisikomanagement, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Stand 11.06.2018

Gewässerachse durch eine überproportionale, künstliche Eintiefung in das hydraulische Modell eingearbeitet. Somit ist bei der hydraulischen Starkregensimulation mit KOSTRA-Niederschlagsbelastungen sichergestellt, dass die Fließwege bis zum Gewässer realitätsnah abgebildet werden und eine Überflutung aus dem Vorfluter aufgrund der künstlichen Eintiefung nicht stattfinden kann. Für die spätere Ergebnisdarstellung wurde diese modelltechnische Anpassung wieder GIS-technisch bereinigt.

## 5 Ergebnisse der hydraulischen Starkregensimulation

### 5.1 Einstellungen der hydraulischen Starkregensimulation

Die Simulationsdauer für die einzelnen hydraulischen Starkregensimulationen auf Basis der RADOLAN-Daten variiert. Diese ist abhängig von der Niederschlagsdauer der ausgewählten Ereignisse und variiert von 2 Stunden bei dem Ereignis vom 10.06.2007, 4 Stunden bei dem Ereignis vom 09.06.2013 und 5 Stunden bei dem Ereignis am 09.06.2007. Hierbei ist immer mindestens eine Stunde Nachlaufzeit ohne bzw. mit sehr geringer Niederschlagsbelastung berücksichtigt, um die Fließbewegungen im Einzugsgebiet bis zur Mündung in die Gewässer nachvollziehen zu können.

Bei den Niederschlagsbelastungen nach KOSTRA wurde, wie in den vorherigen Kapiteln bereits mehrfach erwähnt, eine einheitliche Niederschlagsdauer von 60 Minuten angesetzt. Als Simulationszeit wurden 3 Stunden gewählt, um auch bei diesen Ereignissen ausreichend Nachlaufzeit zur Erfassung der Fließvorgänge zu gewährleisten. Für das Speicherintervall der einzelnen Zeitschritte wurde bei allen Simulationen ein 1 Minutenintervall gewählt.

### 5.2 Darstellung der Ergebnisse der hydraulischen Starkregensimulation

Aufbauend auf den einzelnen Simulationsergebnissen wurden Starkregengefahrenkarten aufbereitet. In einem ersten Arbeitsschritt wurde GIS-technisch eine Superpositionierung erzeugt, bei der jeweils der maximale Wasserstand jeder untersuchten und benetzten Rasterzelle (1 x 1 m) im Einzugsgebiet dargestellt ist. Bei der Aufbereitung der einzelnen RADOLAN-Ereignisse ist aufgefallen, dass nicht bei jedem Ereignis alle Bereiche des Untersuchungsraums der Stadt Eschborn betroffen sind und somit stellenweise bei einzelnen Ereignissen lokal keine Starkregengefahr ausgewiesen werden konnte. Aus diesem Grund wurden sämtliche untersuchten Niederschlagsereignisse auf Basis der RADOLAN-Daten abschließend GIS-technisch superpositioniert und das Ergebnis zu einer umhüllenden Starkregengefahrenkarte aufbereitet. In dieser Kartendarstellung sind somit mindestens drei abgelaufene Niederschlagsereignisse aus der Datenbasis RADOLAN überlagert.

Für die Niederschlagsbelastungen aus KOSTRA wurden mittels identischer Vorgehensweise Starkregengefahrenkarten für jede der drei zusätzlich untersuchten Jährlichkeiten erzeugt. Für vorher festgelegte Blattsnitte wurden für alle Ereignisse Karten im Format DIN-A3 im Maßstab 1 : 5.000 erstellt. Zur besseren Unterscheidung für die einzelnen Starkregengefahrenkarten wurden Teile der Stempelfelder mit der Farbgebung der Starkregenindizes wie folgt hinterlegt:








- RADOLAN – abgelaufene Niederschlagsereignisse
- Starkregenindex 4/5 – intensiver Starkregen
- Starkregenindex 7 – außergewöhnlicher Starkregen
- Starkregenindex 10 – Extremereignis

Die Darstellung der Starkregengefahrenkarten beinhaltet neben der Überflutungsfähigkeit bei den untersuchten Niederschlagsereignisse zusätzlich die Darstellung des




gesetzlichen Überschwemmungsgebietes. Diese Überflutungsfläche durch Hochwasser hat eine deklaratorische Wirkung und muss deshalb zusätzlich zur Starkregengefahr in den Karten dargestellt werden. Zusätzlich sind in den Starkregengefahrenkarten noch die Stadtgrenze der Stadt Eschborn, die Grenze des Untersuchungsgebietes und die Fließgewässer kartographisch dargestellt. Nachfolgend ist die Legende der Starkregengefahren abgebildet:

## Legende

### Überflutungsflächen / -tiefen (Starkregen)

	0,03 - 0,05 m
	0,05 - 0,10 m
	0,10 - 0,25 m
	0,25 - 0,50 m
	> 0,50 m
	Gesetzliches Überschwemmungsgebiet HQ100 (festgesetzt)
	Gesetzliches Überschwemmungsgebiet HQ100 (ungeprüft)

### Grenzen

	Stadtgrenze Eschborn
	Untersuchungsgebiet Eschborn
	Fließgewässer im Westerbachsystem

**Abbildung 15:** Legende der Starkregengefahrenkarten

Die einzelnen Starkregengefahrenkarten sind als Anlage zum vorliegenden Bericht beigelegt. Zur Dokumentation sind nachfolgend die Starkregengefahrenkarten für den Blattschnitt 5 für alle untersuchten Niederschlagsereignisse dargestellt:



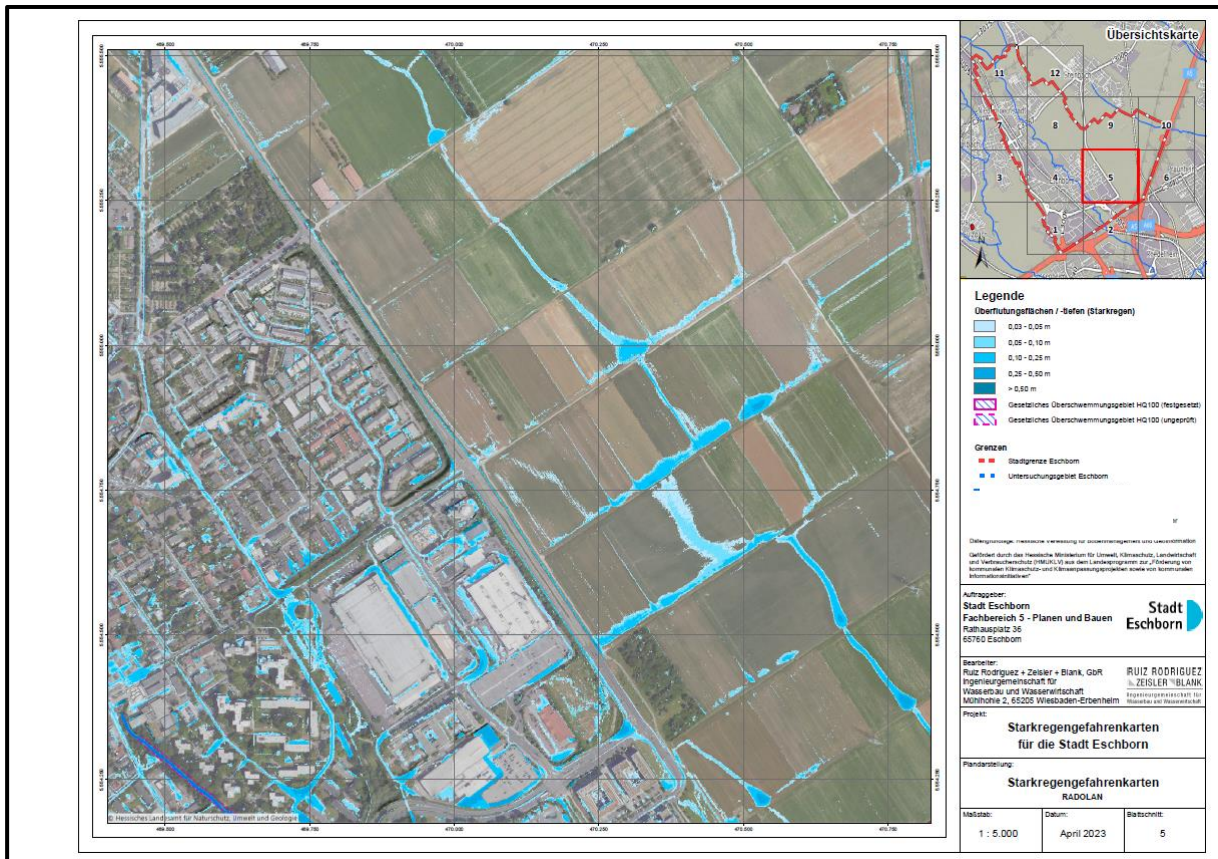


Abbildung 16: StRKG 5 für die untersuchten Ereignisse nach RADOLAN

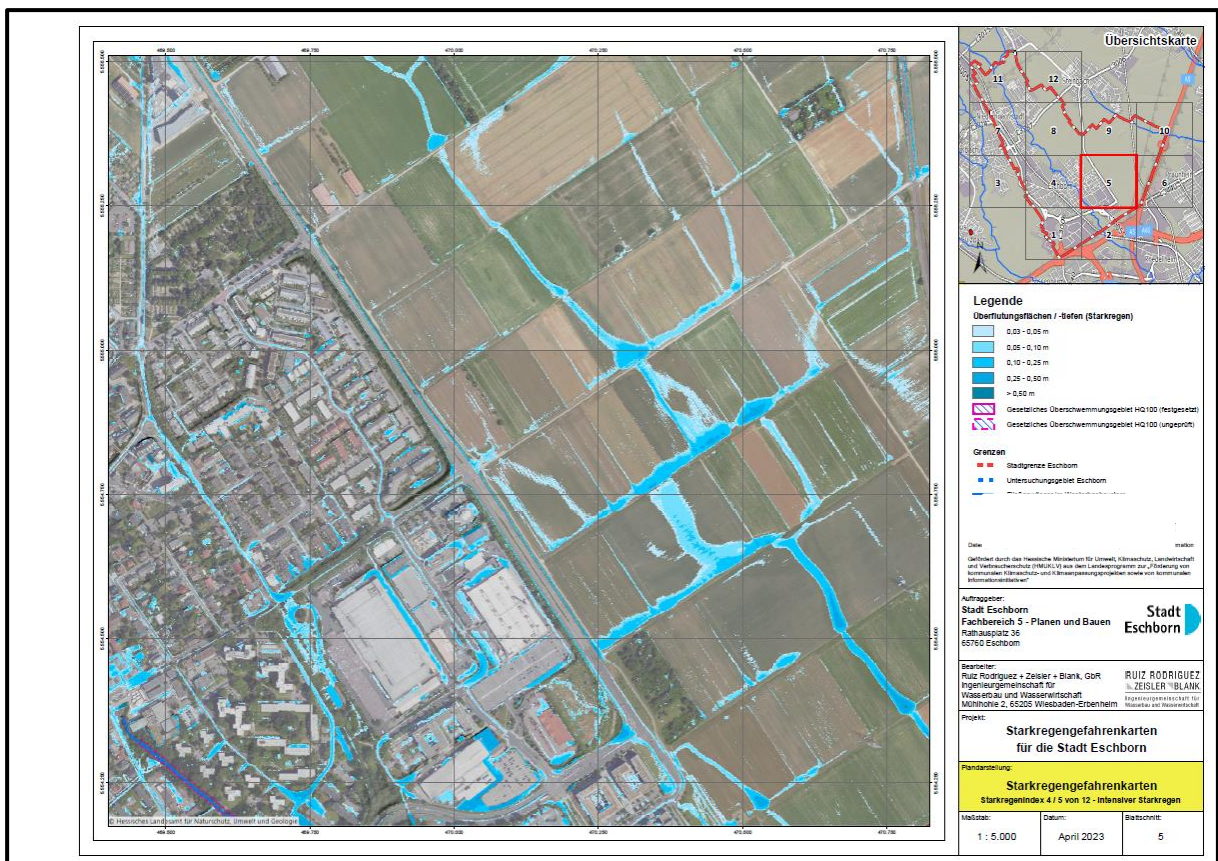


Abbildung 17: StRKG 5 für Starkregenindex 4/5 – intensiver Starkregen



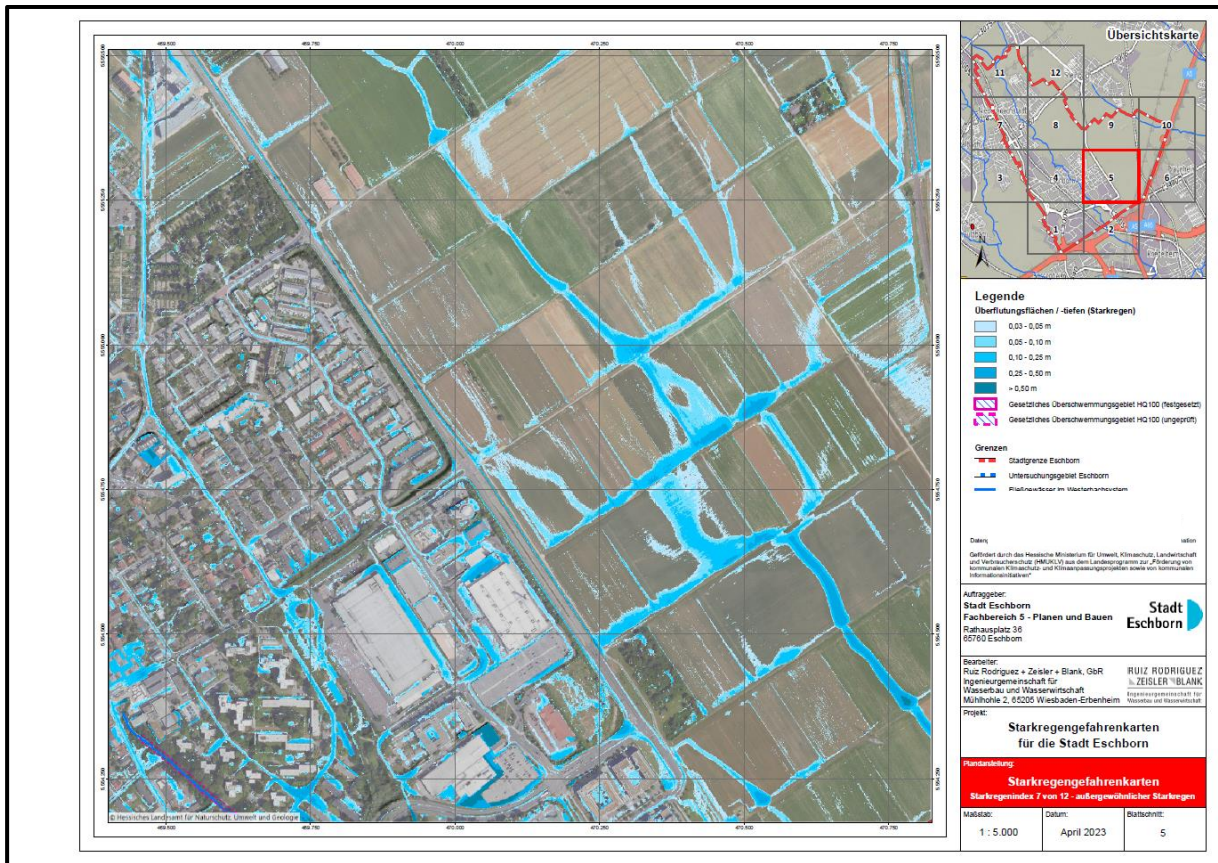


Abbildung 18: StRGK 5 für Starkregenindex 7 – außergewöhnlicher Starkregen

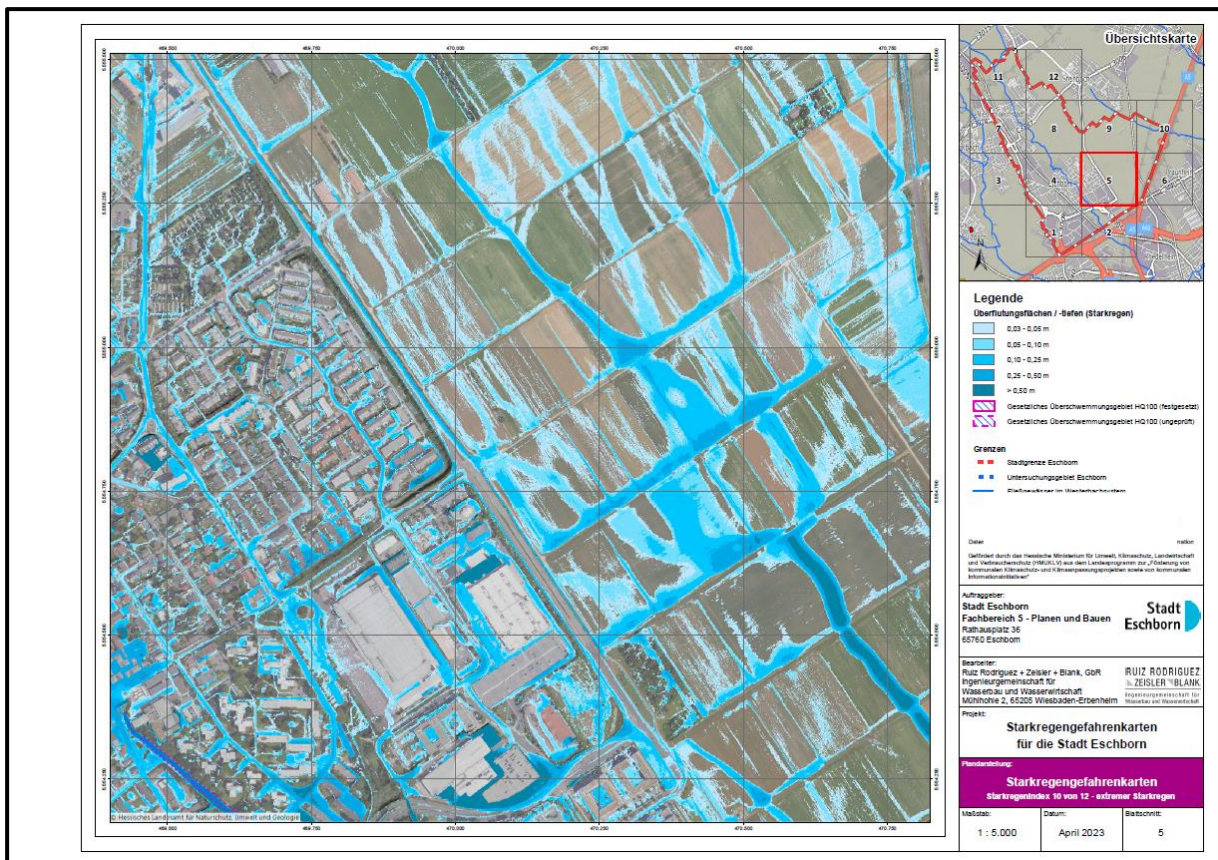
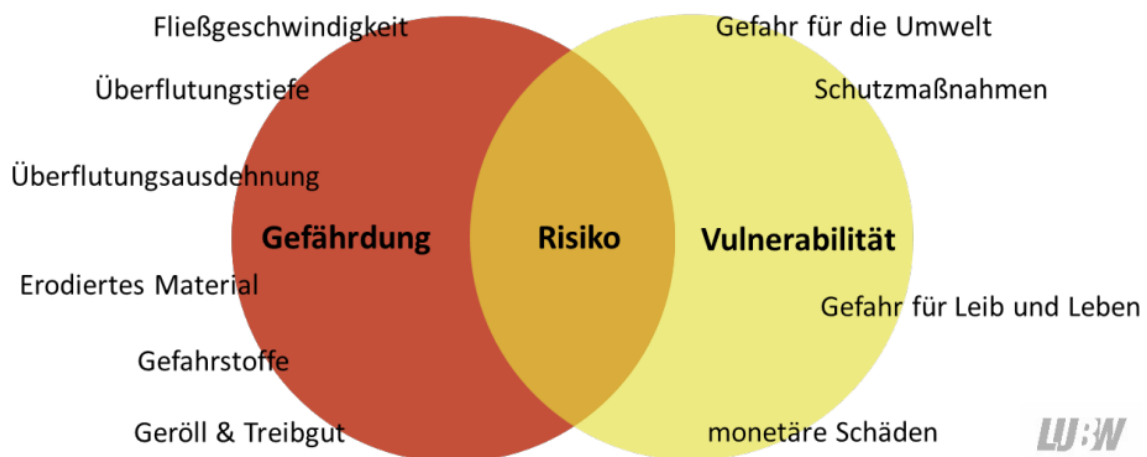


Abbildung 19: StRGK 5 für Starkregenindex 10 – Extremereignis

## 6 Risikobewertung

### 6.1 Allgemeines

Für eine Risikobewertung sind die Überflutungsgefahr (Gefährdung) mit der Vulnerabilität (Schadenspotential / Verwundbarkeit) zu überlagern.



**Abbildung 20:** Gefährdung und Vulnerabilität als prägende Einflussfaktoren des Risikos (angelehnt an Grünewald, 2005) – Quelle: Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg - Anhang 6 – Risikoanalyse

Je nach Betrachtungstiefe kann eine Risikobewertung einfach (unabhängig der Vulnerabilität) oder detailliert (unter Berücksichtigung der Vulnerabilität) durchgeführt werden. Eine detaillierte Risikobewertung setzt voraus, dass die Nutzungsarten der Gebäude flächendeckend bekannt sind. In anderen Bundesländern lassen sich diese Informationen aus dem ALKIS®-Gebäudedatensatz ableiten, in Hessen ist dies leider nicht möglich. Ohne Zuarbeit der Kommune kann die Nutzung der einzelnen Gebäude und somit die Vulnerabilität nicht ermittelt werden. Die Stadt Eschborn hat sich dazu entschieden, lediglich eine einfache Risikobewertung durchführen zu lassen, auf dessen Basis sowohl kommunale als auch private Gebäude hinsichtlich der Starkregenrisikos bewertet und kartographisch dargestellt werden.

### 6.2 Risikokarten

Die vereinfachte Risikobewertung gemäß des Merkblattes DWA-M 119<sup>7</sup> ist eine Auswertung von Objekten und hier im Besonderen von Gebäuden im Vergleich zu den ermittelten Wasserständen bzw. Fließgeschwindigkeiten in unmittelbarer Nähe zum Objekt. Je nach entsprechendem maximalem Wasserstand werden die einzelnen Gebäude GIS-technisch ausgewertet und entsprechend klassifiziert. Die gewählte






<sup>7</sup> DWA-Regelwerk / Merkblatt DWA-M 119, Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, November 2016



Klassifizierung orientiert sich am Merkblatt DWA-M 119 und ist der nachfolgenden Legendendarstellung dargestellt:

## Legende

### Überflutungsflächen / -tiefen (Starkregen)

	0,03 - 0,05 m
	0,05 - 0,10 m
	0,10 - 0,25 m
	0,25 - 0,50 m
	> 0,50 m



Gesetzliches Überschwemmungsgebiet HQ100 (festgesetzt)




Gesetzliches Überschwemmungsgebiet HQ100 (ungeprüft)

### Betroffenheit Gebäude

(Wasserstand nahe Außenkante)

	gering (< 10 cm)
	mäßig (10 - 30 cm)
	hoch (30 - 50 cm)
	sehr hoch (> 50 cm)

### Grenzen

	Stadtgrenze Eschborn
	Untersuchungsgebiet Eschborn
	Fließgewässer im Westerbachsystem

**Abbildung 21:** Legende der vereinfachten Risikobewertung nach DWA-M 119

Die Blattansichten der Risikokarten sind analog zu den Starkregengefahrenkarten im Format DIN-A3 im Maßstab 1 : 5.000 aufgebaut. Die einzelnen vereinfachten Risikokarten sind als Anlage zum vorliegenden Bericht beigefügt. Zur Dokumentation ist nachfolgend die vereinfachte Risikokarte für SI 4/5 für den Blattanschnitt 5 dargestellt:

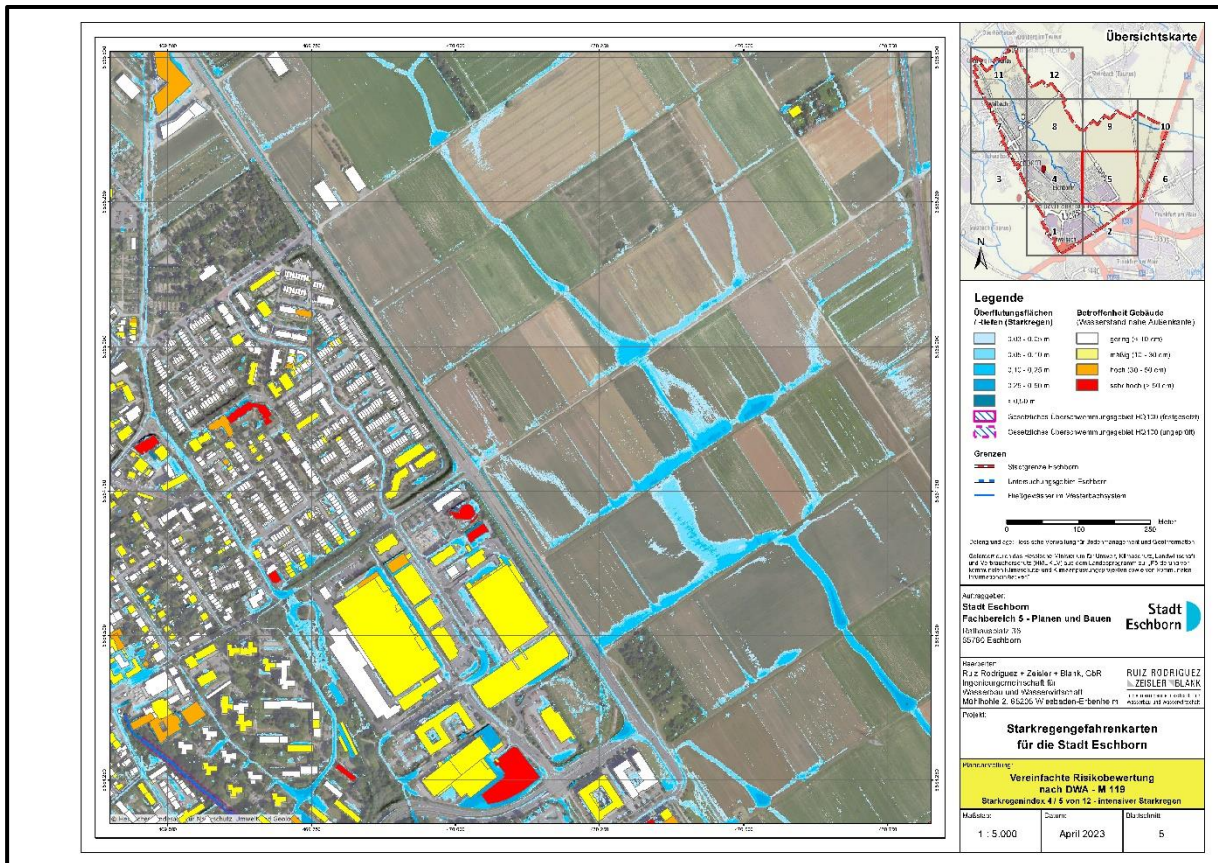


Abbildung 22: vereinfachte Risikobewertung für SI 4/5 – Kartenblatt 5

### 6.3 Risikoanalyse und Handlungskonzept

Anhand der Risikokarten lässt sich die Risikogefährdung jedes einzelnen Gebäudes ablesen. In einem weiteren Arbeitsschritt sollten darauf aufbauend die kommunalen Gebäude mit hoher Vulnerabilität und entsprechender Gefährdung identifiziert und überprüft werden, ob die dargestellte Gefährdung nach Besichtigung / Begutachtung der entsprechenden Gebäude nachvollzogen werden kann. Diesen Arbeitsschritt nennt man Risikoeinschätzung und bildet die Grundlage für eine Maßnahmenplanung.

Aber nicht nur die Stadt Eschborn sollte eine Risikoanalyse für Ihre kommunalen Gebäude durchführen, auch jeder Hauseigentümer sollte das unabhängig der Vulnerabilität für das eigene Gebäude tun. Hierfür sollten die Risikokarten durch die Stadt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und erläutert werden, mit welchen Maßnahmen die Gefährdung durch Starkregen am Gebäude minimiert werden kann.



Abbildung 23: Hochwasser- / Starkregenangepasste Bauweise

Je nach Detaillierungsgrad können Risikosteckbriefe für ausgewählte Gebäude erstellt werden, welche neben der Betroffenheit, der Lage und des Risikos auch Maßnahmen zum Schutz des Gebäudes dokumentieren.

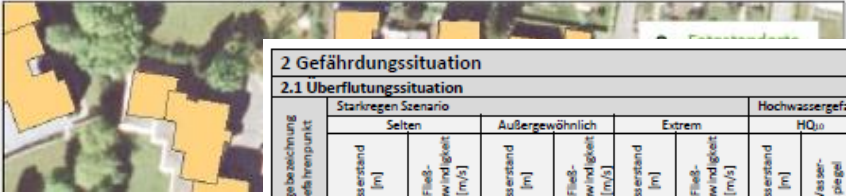
1. Allgemeine Angaben												
1.1 Daten zum Objekt												
Bezeichnung des Risikoobjektes			Adresse									
Grundschule [Name]			[Straße Hausnummer], [PLZ Stadt]									
Objekttyp			Lage-Koordinaten (DHDN 3-degree Gauss-Kruger Zone 3)									
Schule			[1234567/1234567]									
Objektträger / Eigentümer			Kontaktinformationen Objektträger / Eigentümer									
Gemeinde [Name]			Rektorin [Frau/Herr Nachname] [Straße Hausnummer], [PLZ Stadt]									
1.2 Betroffenheit des Objektes bei vergangenen Starkregen- und Hochwasser-Ereignissen												
Datum	Ereignis-Typ (Hochwasser, Starkregen, Hagel)		Kurze Beschreibung der Betroffenheit und der Schäden, vorhandene Dokumentationen									
	Kein Ereignis bekannt											
1.3 Lageplan												
Übersichtsplan bzw. Kartenausschnitt mit Markierung der Fotostandorte (1, 2, 3, ...)												
												
2 Gefährdungssituation												
2.1 Überflutungssituation												
Lagebezeichnung Gebäudepunkt	Starkregen Szenario						Hochwassergefahrenkarten					
	Selten		Außergewöhnlich		Extrem		HQ <sub>10</sub>		HQ <sub>100</sub>		HQ <sub>1000</sub>	
	Wasserstand [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]	Wasserstand [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]	Wasserstand [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]	Wasserstand [m]	Wasserspiegel [m NN]	Wasserstand [m]	Wasserspiegel [m NN]	Wasserstand [m]	Wasserspiegel [m NN]
1	-	-	0.27	0.00	1.10	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-	-	0.20	0.00	1.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-	-	0.25	0.00	1.06	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-	-	0.40	0.00	1.28	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-	-	0.54	0.00	1.35	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-	-	0.05	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-	-	0.08	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Abbildung 24: Beispiel Risikosteckbrief (Quelle: LUBW)

Neben der gebäudebezogenen Risikoanalyse ist ein Handlungskonzept umzusetzen, welches folgende Bausteine enthalten sollte:

- 1. Informationsvorsorge**  
 Zielgruppengerechte Kommunikation mit einer Sensibilisierung gegenüber Gefahren und Risiken und Erläuterung des eigenverantwortlichen Handelns durch die Stadt für die Bürger
- 2. Kommunale Flächenvorsorge**  
 angepasste Flächennutzung zur Schadensverringern
- 3. Krisenmanagement**  
 Gefahrenabwehrung durch Alarm- und Einsatzplanung inkl. Vor- und Nachbereitung von abgelaufenen Ereignissen
- 4. Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen**  
 Vorsorge und baulicher Schutz zur Schadensverringern

Die Lokalisierung potenzieller Standorte für dezentrale Schutzmaßnahmen im Rahmen der kommunale Flächenvorsorge ist Bestandteil der vorliegenden Beauftragung (siehe folgendes Kapitel bzw. beigefügtes Dokument „Maßnahmenvorschläge –

textliche Erläuterung zu den Kartenblättern“, alle anderen Bausteine des aufgeführten Handlungskonzeptes sowie eine vertiefende Risikoanalyse inkl. Maßnahmensteckbriefen ist nicht Gegenstand der aktuellen Beauftragung.

## 7 Lokalisierung potenzieller Standorte für dezentrale Schutzmaßnahmen

Aufbauend auf der hydraulischen Gefährdungsanalyse und zusätzlicher digitaler Datengrundlagen wie z.B. dem Erosionsatlas Hessen, wurden Standorte für potenzielle dezentrale Maßnahmen lokalisiert. Die Maßnahmenstandorte sind so gewählt, dass Oberflächenwasser direkt bei der Abflussbildung zurückgehalten wird.

In dem Dokument „Maßnahmenvorschläge – textliche Erläuterung zu den Kartenblättern“, welches als Anlage diesem Bericht beigelegt ist, wurden insgesamt 74 Maßnahmen zur Minimierung des Starkregenabflusses im Stadtgebiet von Eschborn dokumentiert. Zur Verortung der einzelnen Maßnahmen wurden zusätzlich 10 Detailkarten mit den Standorten der Maßnahmen erzeugt, welche Teil des gesonderten Berichtes in der Anlage sind.

Aufgestellt:

Wiesbaden, den 27.07.2023



Dipl.-Ing. Andreas Blank



## 8 Anlagen

**Anlage 1:** Textliche Maßnahmenbeschreibung inkl. Kartenanlagen

**Anlage 2:** Übersichtkarte Blattschnitte

**Anlage 3:** Starkregengefahrenkarten

- RADOLAN – abgelaufene Niederschlagsereignisse
- Starkregenindex 4/5 – intensiver Starkregen
- Starkregenindex 7 – außergewöhnlicher Starkregen
- Starkregenindex 10 – Extremereignis

**Anlage 4:** Karten der vereinfachten Risikobewertung

- RADOLAN – abgelaufene Niederschlagsereignisse
- Starkregenindex 4/5 – intensiver Starkregen
- Starkregenindex 7 – außergewöhnlicher Starkregen