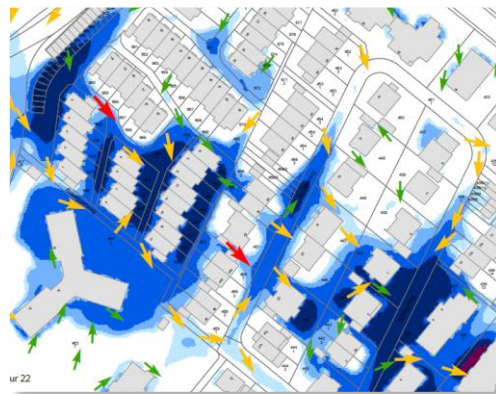


STARKREGENGEFAHRENKARTEN HATTERSHEIM AM MAIN

Erläuterungsbericht

FÜR DIE STADTWERKE HATTERSHEIM AM MAIN

DARMSTADT, JUNI 2020



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Zielsetzung	3
2	Planungsgrundlagen	4
3	Untersuchungsgebiet	5
4	Durchführung	6
4.1	Aufbereitung des Geländemodells	6
4.1.1	Gebäude	7
4.1.2	Parametrierung der Oberflächendreiecke	8
4.2	Niederschlagsbelastungen	10
4.3	Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes	11
4.4	Überflutungssimulationen	13
4.5	Ergebnisdarstellung	13
5	Zusammenfassung und Ausblick	15

ZEICHNERISCHE UNTERLAGEN

Ergebnispläne wurden im Maßstab 1:2.500 erstellt.

Plan	Inhalt
SRGK_T30D60	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 30 a, D = 60 min, gesamtes Betrachtungsgebiet, 6 Blattschnitte
SRGK_T100D60	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 100 a, D = 60 min, gesamtes Betrachtungsgebiet, 6 Blattschnitte
SRGK_EXT	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Modellregen Extremereignis, gesamtes Betrachtungsgebiet, 6 Blattschnitte
SRGK_T30D60_Hattersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 30 a, D = 60 min, Ortslage Hattersheim am Main
SRGK_T100D60_Hattersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 100 a, D = 60 min, Ortslage Hattersheim am Main
SRGK_EXT_Hattersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Modellregen Extremereignis, Ortslage Hattersheim am Main
SRGK_T30D60_Eddersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 30 a, D = 60 min, Ortslage Eddersheim
SRGK_T100D60_Eddersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 100 a, D = 60 min, Ortslage Eddersheim
SRGK_EXT_Eddersheim	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Modellregen Extremereignis, Ortslage Eddersheim
SRGK_T30D60_Okriftel	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 30 a, D = 60 min, Ortslage Okriftel
SRGK_T100D60_Okriftel	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Euler Typ II Modellregen T = 100 a, D = 60 min, Ortslage Okriftel
SRGK_EXT_Okriftel	Maximale Überflutungstiefen und Geschwindigkeiten Modellregen Extremereignis, Ortslage Okriftel

1 VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

In den zurückliegenden Jahren haben Starkniederschläge deutschlandweit schwere Überflutungen mit erheblichen Sachschäden und sogar Todesfällen verursacht. Derartige Ereignisse können überall auftreten und es stellt sich die Frage, was auf kommunaler Ebene getan werden kann, um Schäden durch Starkregenereignisse zu vermeiden oder sie zumindest zu minimieren.

Die Stadt Hattersheim am Main hat die Starkregenproblematik aufgegriffen und die Erstellung von Starkregengefahrenkarten beauftragt. Die Karten werden für das gesamte Stadtgebiet und für drei Niederschlagsszenarien erzeugt. Als Ergebnis entstehen Plandarstellungen der maximalen Überflutungstiefen, sowie der Fließgeschwindigkeiten des Wassers auf der Oberfläche. Die verwendeten Planungsgrundlagen und Methoden werden in diesem Bericht zusammengestellt.

2 PLANUNGSGRUNDLAGEN

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden folgende Unterlagen verwendet:

- DGM des Betrachtungsbereichs mit einer Auflösung von 1 x 1 m
- Digitale Orthofotos (Jahr 2019)
- ALKIS Daten (Export als dxf, Jahr 2019)
- Unverbindlicher Vorabzug zum Bebauungskonzept im Landwehr vom 07.02.2020
- Vorhabenplanung „an der Ölmühle“ vom 07.03.2019
- Starkregenstatistik des DWD gemäß Kostra 2010R

3 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Gegenstand des vorliegenden Projektes ist die Erstellung von Starkregengefahrenkarten für Hattersheim am Main. Das Gebiet ist in Abbildung 1 dargestellt und umfasst die Ortschaften Eddersheim, Okriftel und Hattersheim am Main. Es hat eine Größe von knapp 17 km² und grenzt direkt an den Main. Es befindet sich in topografisch relativ wenig bewegtem Gebiet mit Geländehöhen zwischen 85 m ü. NN und 130 m ü. NN.



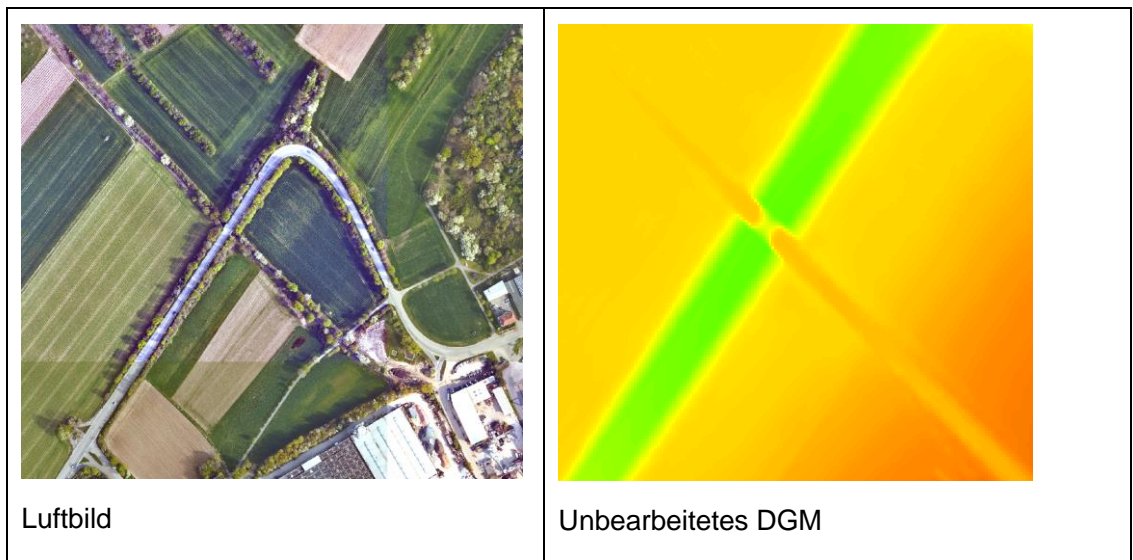
Abbildung 1: Luftbild des Betrachtungsgebietes

4 DURCHFÜHRUNG

Durch Anwendung eines hydrodynamisch numerischen Simulationsmodells sollen Starkregengefahrenkarten für drei Abflussereignisse erstellt werden. Die Berechnungen werden zweidimensional (2D), instationär mit der Software GeoCPM (++Systems) aus dem Hause Tandler durchgeführt. Hierzu wird die aktuellste Version der Software (12.0.0 „Isar“) verwendet. Die hierzu durchgeführten Vorarbeiten in der Datenaufbereitung, sowie die Simulationen und die Ergebnisdarstellung werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert

4.1 AUFBEREITUNG DES GELÄNDEMDELLS

Das verwendete digitale Geländemodell (DGM) besitzt bereits eine hohe Auflösung, sodass für die vorliegende Aufgabenstellung keine weiteren Vermessungsarbeiten notwendig sind. Dennoch sind die Geländehöhen an einzelnen Stellen nicht plausibel und müssen daher zumindest grob in einer Weise nachgearbeitet werden, welche zu einem realitätsnahen Abflussverhalten im Simulationsmodell führt. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um Bereiche, in welchen Höhendaten auf mehreren „Ebenen“ vorliegen, oder ein Geländemodell auf Basis einer Befliegung keine verlässlichen Höhendaten generieren kann. Typische Bereiche hierfür sind zum Beispiel Brücken und Unterführungen, sowie Durchlässe von Gewässern unter Straßen. Derartige Bereiche wurden im Geländemodell gezielt gesucht und identifiziert. Die Bereiche wurden anschließend über eine manuelle Höhenmodellierung korrigiert. Exemplarisch wird die Vorgehensweise an einer Brücke der L3006 zwischen Eddersheim und Okriftel über eine Bahnlinie dargestellt.



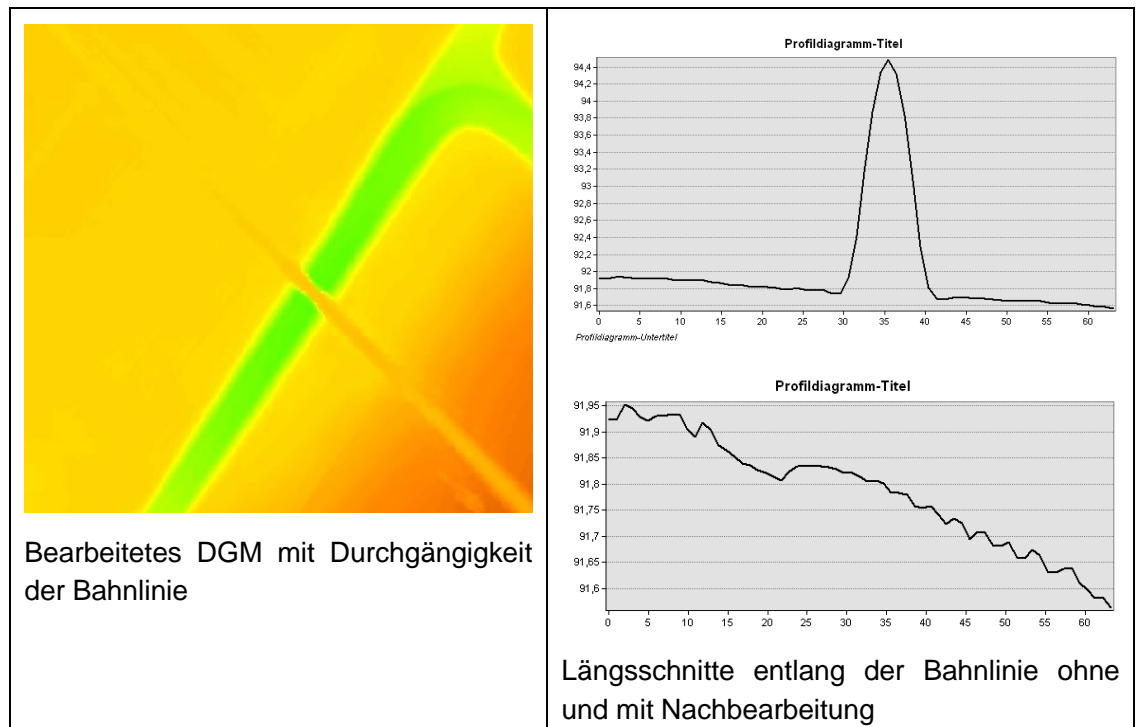


Abbildung 2: Bearbeitung des DGM

An insgesamt 34 Stellen wurde das DGM durch manuelle Höhenmodellierung korrigiert.

Vor dem Start der Simulation erfolgt eine sogenannte Triangulierung zur Erzeugung der Simulationselemente. Hierbei wird unter Berücksichtigung der Geländehöhen und der Bruchkanten, wie zum Beispiel die im nachfolgenden Kapitel dargestellten Gebäudekubaturen, ein Dreiecksmodell aufgebaut. Das Dreiecksmodell wurde mit dem Triangulierungsalgorithmus des Herstellers erstellt, wobei eine Mindestdreiecksgröße von 1 m² angesetzt wurde.

4.1.1 Gebäude

Die 15.000 auf den ALKIS Daten basierenden Gebäudepolygone im Betrachtungsgebiet wurden zunächst einer visuellen Plausibilisierung unterzogen. Unplausible Polygone wurden, wenn möglich, über Google Street Maps geprüft. Insbesondere wurde der Blick auf größere Gebäudegrundflächen innerhalb von Gewerbegebieten gelegt. Im Gegensatz zu Wohnbebauung tritt hier häufiger der Fall auf, dass die Gebäudekubatur in den ALKIS Daten nicht dem tatsächlichen Fließhindernis entspricht.

Die so vorplausibilisierten Gebäudedaten wurden weiter aufbereitet, sodass im Berechnungsmodell Gebäude als Bruchkanten implementiert sind. In den Neubaugebieten „im Landwehr“ und „an der Ölmühle“ wurde der ALKIS Polygondatensatz um Planungsdaten ergänzt.



Abbildung 3: Gebäudepolygone

4.1.2 Parametrierung der Oberflächendreiecke

Neben dem Oberflächengefälle ist die Beschaffenheit der Oberfläche ein wesentlicher Parameter für das Abflussverhalten. Eine asphaltierte Straße hat kein Versickerungsvermögen, nur sehr geringe „Muldenverluste“ und ist zudem hydraulisch „glatt“. Eine Wiese hingegen besitzt ein erhebliches Retentionsvermögen und verhält sich hydraulisch „rau“, sodass bei einem Starkregen im Verhältnis zur Straße deutlich weniger Niederschlag zum Abfluss kommt.

Die Parametrierung erfolgt an Hand einer Unterteilung der Oberfläche in verschiedene Klassen und anschließender Zuweisung von Parametersätzen für Verluste (Versickerung, Retention) und Rauheit. Da hierzu keine detaillierte Datengrundlage vorliegt, wurde die Klassierung über die ALKIS Flurstücke durchgeführt. Zunächst wurde an Hand des ALKIS Layers eine grobe Vorkategorisierung erstellt. Anschließend wurde an Hand einer visuellen Prüfung und Abgleich mit dem Luftbild eine Verfeinerung in 5 Oberflächenklassen durchgeführt. Hierbei wird zwischen folgenden Flächenarten unterschieden:

- Vollbefestigte Flächen: Straßen
- Flächen mit hoher Befestigung: Stadtzentrum, Gewerbegebiete, andere Flächen mit hoher Befestigung
- Flächen mit lockerer Befestigung: Siedlungsflächen
- Unbefestigte Flächen: Wiesen, Landwirtschaftsflächen
- Unbefestigte Waldflächen

Die räumliche Unterteilung ist in Abbildung 4 visuell dargestellt.

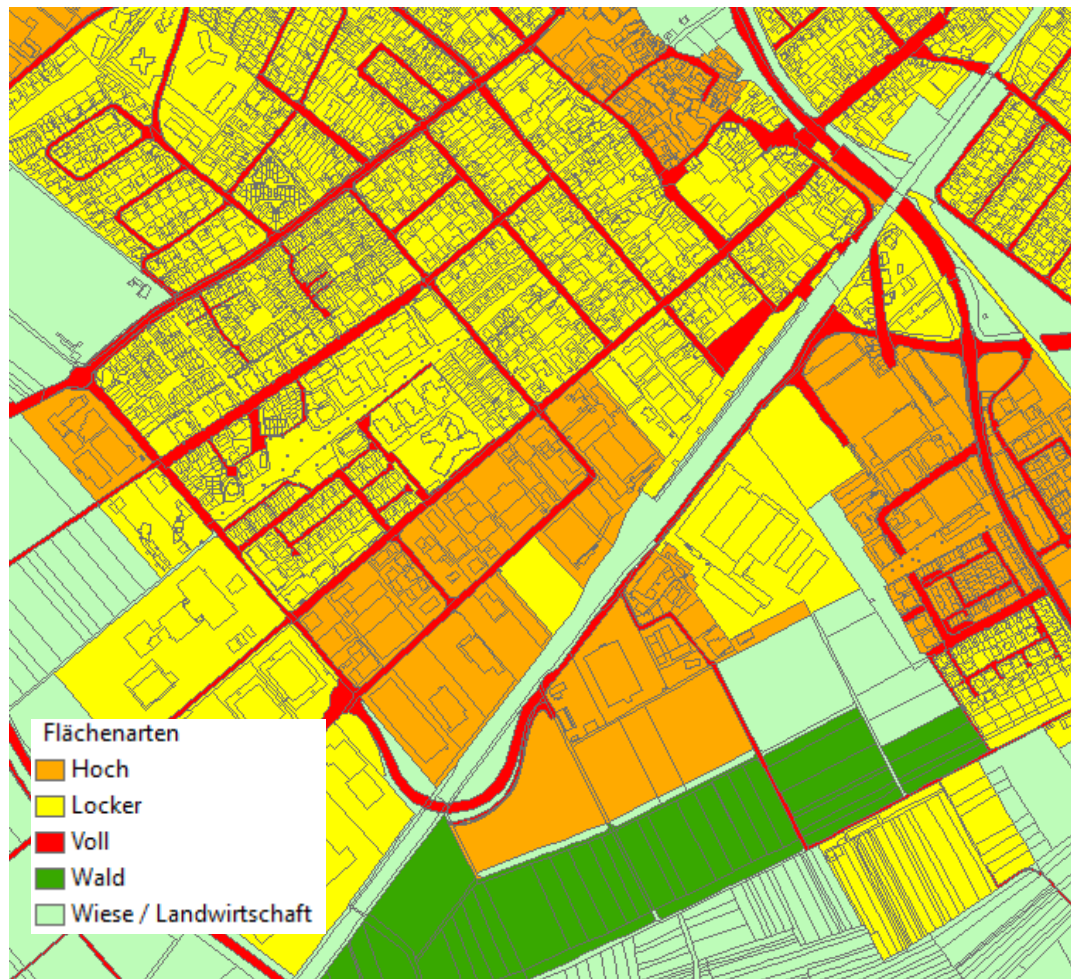


Abbildung 4: Kategorisierung nach Flächenarten zur Modellparametrierung

Den Flächen wurden im Simulationsmodell Parameter für Rauheiten und Verlust gemäß zugewiesen (Tabelle 1). Die Zuweisung erfolgte aus Literaturdatenquellen (LUBW, LfU¹), und berücksichtigte die langjährige Erfahrung von Dahlem, sowie die Empfehlungen des Softwareherstellers zur Parametrierung von GeoCPM-Modellen. Die Fließgeschwindigkeiten wurden nach einem Testrechenlauf an mehreren markanten Punkten (flache und steile Bereiche innerhalb und außerhalb der Bebauung) plausibilisiert.

¹ LUBW, LfU (Hrsg) (2003) Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 3 Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für Fließgewässer in Baden-Württemberg

Tabelle 1: Parametrierung der Oberflächenelemente

	Rauheit [mm]	Anfangsversicke- rung l/(s ha)	Endversicke- rung l/(s ha)
Voll	2	5	5
Hoch	2	20	5
Locker	10	80	10
Wiese / Landwirtschaft	120	300	25
Wald	180	400	25

4.2 NIEDERSCHLAGSBELASTUNGEN

Niederschlagsbelastungen wurden mit der Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes (Kostrat DWD 2010R) erstellt. Für die Betrachtungen wurde das Rasterfeld [Spalte 22, Zeile 68] gewählt. Das betrachtete Extremregenereignis hat eine statistische Jährlichkeit von 10.000 a. Entsprechend der Empfehlungen aus KA 02/2018² wird dieser Niederschlag nicht mit der Jährlichkeit, sondern mit dem Starkregenindex angegeben. Dieser liegt beim gewählten Extremregen bei SRI = 10 (auf einer Skala von 1 bis 12).

Tabelle 2: Betrachtete Niederschlagsbelastungen

Regen	Niederschlagshöhe
T = 30 a, D = 60 min	42 mm
T = 100 a, D = 60 min	51,5 mm
Extremereignis, Starkregenindex 10	87,5 mm

Aus den statistischen Niederschlagshöhen wurden Modellregen vom Typ Euler II generiert. Hierbei wurden für die Jährlichkeiten 30 und 100 5-Minutenschritte, sowie für das Extremereignis 10-Minutenschritte verwendet.

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

4.3 BERÜCKSICHTIGUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT DES KANALNETZES

Die in Deutschland derzeit maßgebenden technischen Anforderungen an die hydraulische Auslegung von Entwässerungssystemen sind im technischen Regelwerk definiert. Maßgeblich sind derzeit in erster Linie das DWA-Arbeitsblatt 118³ und die DIN EN 752⁴ (Tabelle 3).

Die Euronorm definiert das Niveau der Entsorgungssicherheit bzw. des Entwässerungskomforts anhand von empfohlenen Überflutungshäufigkeiten als gesellschaftlichen Konsens. Dieser ist vor dem Hintergrund der bisherigen naturräumlichen Gegebenheiten, insbesondere des Niederschlagsverhaltens der Vergangenheit, aus der langjährigen Entwässerungspraxis entstanden. Die Kommunen müssen als Entsorgungspflichtige in geeigneter Weise einen hinreichenden Überflutungsschutz sicherstellen.

Tabelle 3: Anforderungen aus den Regelwerken

Örtlichkeit bzw. Nutzungskategorie	DIN EN 752	DWA-A 118 Neuplanung
	Bemessungsregen	Überstau
ländliches Gebiet	1 x in 1 a	1 x in 2 a
Wohngebiet	1 x in 2 a	1 x in 3 a
Stadtzentrum, Industrie- u. Gewerbegebiet	1 x in 5 a	1 x in 5 a
Unterführungen	1 x in 10 a	1 x in 50 a

Der darüber hinaus bestehende bzw. nach den Vorgaben der EN 752 erforderliche Überflutungsschutz muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden. Dabei ist die alleinige Vergrößerung unterirdischer Ableitungskapazitäten und zentraler Rückhalteanlagen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen *nicht* zielführend und auch nicht Intention der EN 752.

Die im Rahmen der Starkregengefahrenkartierung betrachteten Niederschlagsereignisse befinden sich deutlich jenseits der durch die Normen vorgesehenen Ableitungskapazitäten des Kanalnetzes. Dennoch hat das Kanalnetz auch bei Starkregen eine

³ DWA, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 118, März 2006

⁴ DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 752:2017

gewisse Leistungsfähigkeit, deren Anteil am Gesamtabflussgeschehen mit zunehmender Niederschlagshöhe des Starkregens immer weiter abnimmt. Für die vorliegende Analyse wurde angenommen, dass das Kanalnetz bei Starkregen ein einjährliches Ereignis ableiten kann. Dies entspricht gemäß Kostra-Statistik einer Niederschlagshöhe von 15,5 mm in einer Stunde. Tabelle 4 stellt unter dieser Annahme den Anteil des Kanalnetzes am Abflussgeschehen für die betrachteten Niederschlagsereignisse dar.

Tabelle 4: Anteil des Kanalnetzes am Abflussgeschehen

Niederschlagsereignis	Niederschlagshöhe [mm]	Ableitung Kanalnetz [mm]	Anteil des Kanalnetzes [%]
T = 30 a, D = 60 min	42	15,5	37%
T = 100 a, D = 60 min	51,5	15,5	30%
Extremereignis, SRI = 10	87,5	15,5	18%

Die detaillierte Betrachtung des Kanalsystems durch Simulation des hydrodynamischen Abflussgeschehens im Kanalnetz (sogenannte duale Simulation von Kanalnetz und Oberfläche) ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Um den Einfluss des Kanalnetzes vereinfacht zu berücksichtigen, wurde folgender Ansatz gewählt: Zunächst wurden an Hand der ALKIS Daten und der Luftbilder die kanalisierten Bereiche des Betrachtungsgebietes abgegrenzt. Innerhalb dieser kanalisierten Bereiche wurde die Niederschlagsbelastung um die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes reduziert. Es ergibt sich somit eine angepasste Niederschlagsbelastung, welche die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes vereinfacht berücksichtigt. In nicht kanalisierten Bereichen wurde kein Abzug vorgenommen. Abbildung 5 stellt diese Herangehensweise exemplarisch für die Niederschlagbelastung T = 100a, D = 60 min dar. Der „Ablauf Kanalnetz“ entspricht hierbei in der Gesamtsumme dem einjährlichen Ereignis mit 15,5 mm.

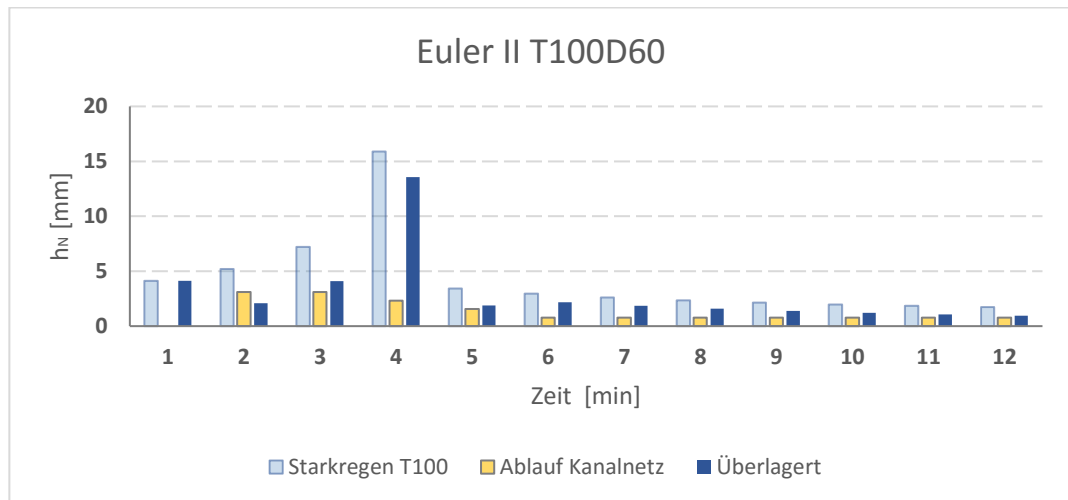


Abbildung 5: Regenbelastung im kanalisiertem Bereich bei T = 100 a, D = 60 min

4.4 ÜBERFLUTUNGSSIMULATIONEN

Die aufbereiteten Grundlagendaten wurden in das Simulationsmodell übernommen.

Die Berechnungen erfolgten mit der Software GeoCPM / ++Systems der Firma Tandler in der Version 12.0.0. Die Software berechnet die vollwertigen zweidimensionalen Flachwasserwellengleichungen in einem expliziten Berechnungsverfahren. Vereinfachungen finden hierbei nicht statt.

Die Software berechnet für jeden Zeitschritt den Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit auf jedem Oberflächenelement. Für die folgende Plandarstellung ist die Darstellung der maximalen Überflutungstiefe und der maximalen Fließgeschwindigkeiten maßgeblich.

4.5 ERGEBNISDARSTELLUNG

Die maximalen Überflutungstiefen und die maximalen Geschwindigkeiten wurden für jeden Rechenlauf aus dem Simulationsmodell exportiert und für die Plandarstellung im GIS weiter aufbereitet.

Die Überflutungstiefen wurden in ein Ergebnistraster der Auflösung 1 m x 1 m konvertiert.

Die Darstellung der Fließgeschwindigkeit für jedes einzelne Simulationselement würde mehrere Millionen Geschwindigkeitspfeile pro Plan erzeugen und die Karte unleserlich machen. Demnach wurden die Geschwindigkeitspfeile für eine übersichtliche Darstellung gefiltert. Zunächst werden Geschwindigkeiten nicht dargestellt, wenn

- Die Geschwindigkeit kleiner als 0,2 m/s ist
- Der maximale Wasserstand auf dem Simulationselement weniger als 1 cm beträgt

Diese Filterung führt bereits zu einer wesentlich übersichtlicheren Darstellung und fokussiert den Blick auf die relevanten Bereiche. In Bereichen höherer Wasserstände und hoher Fließgeschwindigkeiten ist bei einem angestrebten Planmaßstab von 1:2500 üblicherweise jedoch die Dichte der Simulationsdreiecke immer noch so hoch, dass eine Darstellung aller Fließpfeile zu unübersichtlich ist. Die Fließpfeile werden daher weiter aufbereitet und einer räumlichen Nachbarschaftsanalyse unterzogen. Ein Fließpfeil wird nur dann dargestellt, wenn innerhalb eines Radius von 7 m kein betragsmäßig größerer Fließpfeil vorhanden ist. Die Karte ist somit deutlich besser lesbar und enthält trotzdem alle relevanten Informationen. Abbildung 6 zeigt exemplarisch die aufbereiteten Fließgeschwindigkeiten, sowie die maximalen Überflutungstiefen.

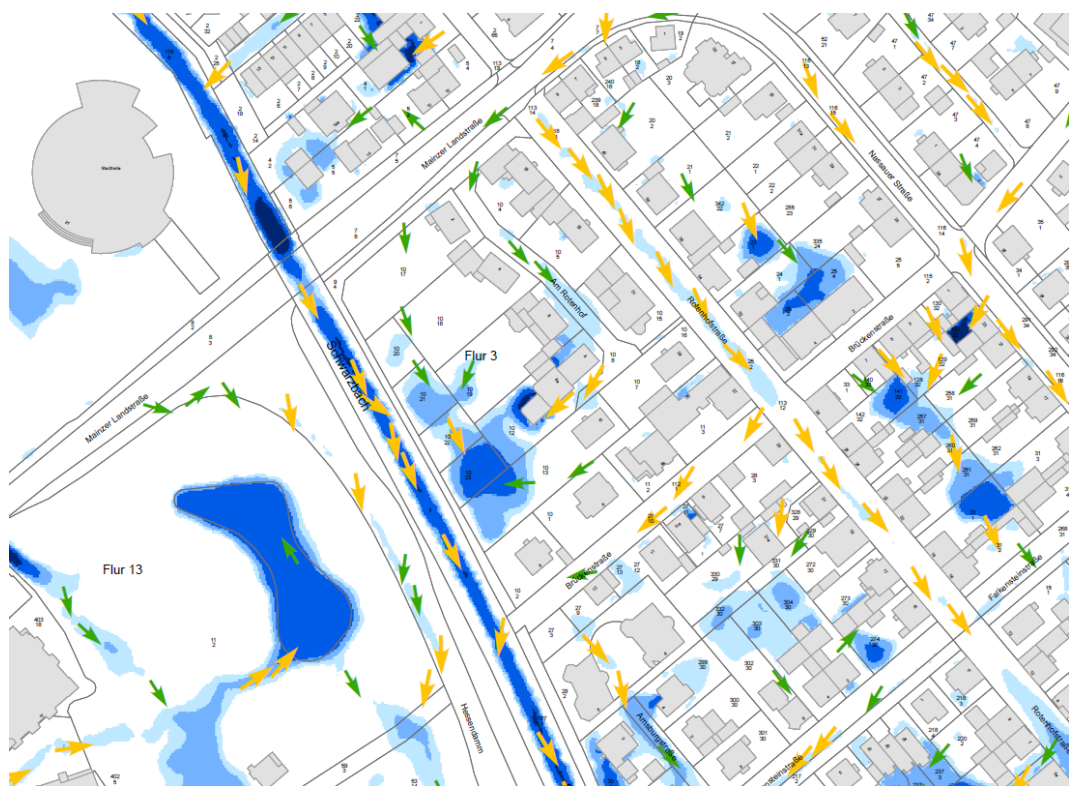


Abbildung 6: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten nach erweiterter Aufbereitung der Geschwindigkeitspfeile

Ergebnispläne wurden im Format DIN A0 im Maßstab 1:2500 erzeugt. Für jedes Niederschlagsszenario existieren zwei Plandatensätze: Zunächst ein flächendeckender Ergebnisdatensatz mit Blattsnitten des gesamten Betrachtungsbereiches, und darüber hinaus ein Datensatz mit der gezielten Darstellung der Ortslagen Hattersheim am Main, Okriftel und Eddersheim auf einzelnen Plänen.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In den zurückliegenden Jahren haben Starkniederschläge Deutschlandweit schwere Überflutungen mit erheblichen Sachschäden und sogar Todesfällen verursacht. Die Stadt Hattersheim am Main hat die Starkregenproblematik aufgegriffen und die Erstellung von Starkregengefahrenkarten für das gesamte Stadtgebiet und für drei Niederschlagsszenarien beauftragt.

Als Ergebnis stehen Plandarstellungen der maximalen Überflutungstiefen, sowie der Fließgeschwindigkeiten des Wassers auf der Oberfläche für drei Niederschlagsbelastungen zur Verfügung. Die Starkregengefahrenkarten ermöglichen es der Stadt, und Ihren Bürgerinnen und Bürgern, die Gefahr durch Starkregen auf einer fachlich fundierten Grundlage einzuschätzen.

In einem nächsten Schritt besteht die Möglichkeit, das räumlich differenzierte Schadenspotenzial zu ermitteln und dieses mit den Ergebnissen der hydraulischen Gefährdungsanalyse in einer Risikoanalyse zu überlagern. Eine derartige Risikoanalyse ermöglicht wiederum die Erstellung eines kommunalen Handlungskonzepts für das Themenfeld Starkregenrisikomanagement.

Darmstadt, im Juni 2020

DAHLEM Beratende Ingenieure
GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG

Projektleitung und Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Tim Schneider