



**CLEVER
Cities**

Entwässerungsanalyse für Starkregen – Neugraben-Fischbek

Author(s)	Gerrit Bischoff, Julian Wahl, Julia Döring, HAMBURG WASSER
Co-author(s)	Andreas Kuchenbecker, Sonja Schlipf, Dr. Franziska Meinzinger, HAMBURG WASSER
Commissioned by	Dr. Maja Berghausen, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Jan Pastoors, Sophio Konjaria-Christian, Bezirksamt Harburg
Date	02.07.2021
File Name	210702_CC_Entwässerungsanalyse_NF_gekürzt

This document has been prepared in the framework of the European project Clever Cities. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 innovation action programme under grant agreement no. 776604.

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily represent the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

CONTACT:

Email: info@clevercities.eu
Website: www.clevercities.eu



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 innovation action programme under grant agreement no. 776604.

Inhalt

0. Zusammenfassung	5
1. Allgemeine Einleitung und CLEVER Cities	
Rahmenbedingungen.....	6
2. Grundlagen	7
2.1. RISA.....	7
2.2. Geografische und wasserwirtschaftliche Randbedingungen	8
2.3. Beschreibung des Simulationsmodells	10
2.4. Statische Fließwege- und Senkenermittlung	11
3. Methodik	11
3.1. Niederschlagsszenarien	11
3.2. Aufbau des Simulationsmodells	14
3.3. Überprüfung und Verbesserung des Simulationsmodells ...	16
3.4. Überflutungssimulationen.....	17
3.5. Analyse der möglichen Überflutung.....	17
3.6. Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen.....	19
4. Ergebnisse	19
4.1. Ergebnisse Überflutungssimulation.....	19
4.2. Maßnahmen Fokusgebiete (FG).....	22
4.3. Maßnahmen Rückhalteräume(RR)	26

Überblick Maßnahmenoptionen	27
5. Literatur.....	29

0. Zusammenfassung

Im Rahmen des EU Horizon 2020 Projekts CLEVER Cities (GA 776604) wurde für den Stadtteil Neugraben-Fischbek eine Analyse der Entwässerung bei Starkregen durchgeführt und Maßnahmen identifiziert, die das Potential zur Linderung der Gefährdung durch Überflutungen besitzen. Die zu entwickelnden Maßnahmen sollten dabei das Potential für eine Stärkung des naturnahen Wasserhaushalts mit sich bringen und gleichzeitig die Verschmutzung von Oberflächengewässern und des Grundwassers vermeiden. Naturbasierte Maßnahmen wie Tiefbeete, Mulden, Nutzung natürlicher Retentionsflächen, u.Ä. können dabei einen mehrfachen Nutzen entwickeln und standen im Fokus dieser Arbeit.

Die simulationsbasierte Analyse umfasste die Oberflächenabflüsse zusammen mit den Abflüssen im Kanalsystem. Es wurde mit einem bidirektional gekoppelten hydrodynamischen Abflussmodell, bestehend aus einem 2D-Modell der Oberfläche und einem 1D-Kanalnetzmodell, gerechnet. Als Software wurde HYSTEM-EXTRAN 2D (HE2D) der Firma itwh GmbH verwendet. Grundlage für das Simulationsmodell und die Entwässerungs- und Überflutungsanalyse waren die digitalen Geländemodelle für Hamburg und Niedersachsen sowie die verfügbaren Daten zu den verschiedenen Entwässerungseinrichtungen. Das gesamte Untersuchungsgebiet, das auch nicht besiedelte Bereiche in Niedersachsen oder u.a. das Naturschutzgebiet „Fischbeker Heide“ beinhaltet und zum Teil eine sehr bewegte Topographie aufweist, umfasst eine Gesamtfläche von ca. 42 km². Die Untersuchung der Überflutungsgefährdung bezog sich insbesondere auf das tiefer liegende besiedelte Gebiet des Stadtteils Neugraben-Fischbek.

Es wurden mehrere Regenerenignisse mit verschiedenen Wiederkehrwahrscheinlichkeiten als Niederschlagsszenarien nach dem Konzept des Starkregenindex (SRI) gewählt. Für die Simulation wurden Regenerenignisse mit den Indizes SRI-3, SRI-5 (intensiver Starkregen), SRI-7 (außergewöhnlicher Starkregen), SRI-8 (extremer Starkregen, Ereignis vom 18.06.2020) und SRI-10 (extremer Starkregen) verwendet. Das Starkregenereignis am 18.06.2020 konnte als wertvolles Überprüfungs- und Anpassungsereignis für die Kalibrierung und Validierung des Simulationsmodells genutzt werden.

Für ausgewählte Gebiete wurden Maßnahmen entwickelt, die eine Reduktion der Überflutungsgefährdung zum Ziel haben. Auf Grund der besonderen Topographie des Betrachtungsgebiets mit einem relativ großen, hügeligen Zuflussgebiet wurde das Thema der Rückhalteräume in den Außengebieten ebenfalls intensiver betrachtet. Zur Validierung der Wirksamkeit der entwickelten Maßnahmen wurden erneute Simulationsrechnungen für die verschiedenen Starkregenereignisse unter Berücksichtigung der baulichen und topografischen Veränderungen durch die Maßnahmen durchgeführt.

Das Projekt hat Beispiel- und Pilotcharakter aufgrund der durchgeführten Methodik und insbesondere auf Grund der Anwendung der gekoppelten hydrodynamischen Abflussmodellierung auf ein relativ großes Einzugsgebiet. Es stellt damit eine Methode dar, die auch auf andere Stadtteile Hamburgs sowie andere Kommunen übertragen werden kann. Innovativ und zukunftsweisend in diesem Projekt war ebenfalls die Beteiligung verschiedenster Akteure (u.a. bezirkliche und ministerielle Wasserwirtschaft, Naturschutz, Stadtplanung) bereits während des Prozesses der Maßnahmenentwicklung, die ein weiterer hilfreicher Baustein zur Verbesserung der Detailtiefe der Bearbeitung war.

1. Allgemeine Einleitung und CLEVER Cities Rahmenbedingungen

Die vorliegende „Entwässerungsanalyse für Starkregen“ wurde im Rahmen EU Horizon 2020 Projekts CLEVER Cities (GA 776604) erarbeitet. Hamburg ist gemeinsam mit London und Mailand als sogenannter Frontrunner mit dem Projektgebiet Neugraben-Fischbek beteiligt. CLEVER Cities hat zum Ziel, für die Entwicklung städtebaulicher Quartiere, Stadt- oder auch Ortsteile, Problemlösungen zu entwickeln, die von der Natur inspiriert sind, so genannte naturbasierte Lösungen (Nature Based Solutions (NBS)). Dabei kann es sich um Themen wie das Begrünen von Fassaden oder der Regenwasserrückhaltung nach Starkregen in Naturschutzgebieten handeln. Ein weiteres Ziel dabei ist, dass Ideenfindung, Projektentwicklung und Bau gemeinsam mit Bewohnern, Gewerbetreibenden und Verwaltung in einer sogenannten Urban Innovation Partnership (UIP) aufbereitet wird.

Im Rahmen des CLEVER CiBiX-Workshops (City Business Accelerator), der mit Spezialisten zum Thema Regewassermanagement und Starkregenvorsorge aus Verwaltung und Fachleuten aus Fachbüros durchgeführt wurde, entwickelte sich der CLEVER Arbeitsschwerpunkt, das Querschnittsthema „Regenwasser“ stärker in den Fokus zu nehmen. Die stark bewegte Topographie und bestehende Entwässerungsprobleme im Projektgebiet führten dazu, dass die vorliegende Analyse beauftragt wurde.

Die „Entwässerungsanalyse für Starkregen“ wurde regelmäßig durch ein UIP begleitet, das sich aus verschiedenen Dienststellen der hamburgischen Verwaltung, des Landesbetriebes Straßen, Brücken und Gewässer, der städtischen Projektentwicklungsgesellschaft IBA GmbH, der Technischen Universität Hamburg (TUHH) und HAMBURG WASSER (HW) zusammensetzt. Die Entwässerungsanalyse liefert für den Stadtteil Neugraben-Fischbek erste „naturbasierte“ Ideen für die Problemlösung, deren Umsetzbarkeit derzeit gesondert geprüft wird.

Das Projektgebiet von CLEVER Cities liegt im Stadtteil Neugraben Fischbek im äußersten Südwesten Hamburgs. Der Stadtteil mit seinen 31.589 Einwohnern¹ befindet sich im Bezirk Harburg und besitzt eine Fläche von 22,5 km²¹. Für die Entwässerungsanalyse für Starkregen soll der Fokus auf den gesamten Stadtteil gerichtet werden. Das hydrologische Einzugsgebiet mit einer Größe von 42 km² beinhaltet neben dem Untersuchungsgebiet auch Gebiete aus dem angrenzenden Niedersachsen.

Das Thema Starkregenvorsorge stellt für das Gebiet Neugraben-Fischbek aufgrund ausgeprägter innergebietlicher Höhendifferenzen sowie bekannter, wiederholter Überflutungen mit Sachschäden auf Grund von Starkregenereignissen einen besonderen Handlungsschwerpunkt dar. Weiterhin ist das Entwässerungssystem relativ divers aufgestellt mit Gebietsteilen, die über einen Regenkanal entwässert werden und anderen Teilen mit einer offenen Oberflächenentwässerung (OOE). Diese Systeme sind eng miteinander verknüpft. Das Gebiet bietet die Möglichkeit, die in diesem Maßstab gewonnenen Erkenntnisse der Analyse auch auf weitere Stadtteile von Hamburg oder anderen Kommunen zu übertragen (Upscaling).

¹ Quelle: Hamburger Stadtteilprofile, Statistikamt Nord (Berichtsjahr 2019), https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/NORD.regional/Stadtteil-Profile_HH-BJ-2019.pdf

Grundlage für die Untersuchung ist eine auf dem Ist-Zustand basierende Entwässerungs- und Überflutungsanalyse. Dabei wurde ein Niederschlag-Abfluss-Modell für das hydrologische Einzugsgebiet unter Berücksichtigung der Geländehöhen, der Bodenbeschaffenheit und des Kanalnetzes erarbeitet. Grundlage für die Modellierung der Abflussmodelle sind Modellregen, die auf dem Hamburgischen Starkregenindex basieren. Darüber hinaus konnte eine Kalibrierung des Modells mittels der Daten zum Starkregeneignis am 18.6.2020 durchgeführt werden.

2. Grundlagen

2.1. RISA

Die Stadtentwicklung der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) hat sich mit dem Leitbild einer „wachsenden“ und „Grünen Metropole am Wasser“ zum Ziel gesetzt, sich mit dem Thema Regenwasser aus einem übergeordneten Blickwinkel zu befassen. Dabei sind sowohl die Ziele einer „grünen und gerechten Stadt“ als auch die Ziele einer „wachsenden“ Stadt von Bedeutung.

Das mit dem angestrebten „Wachsen“ einhergehende zusätzliche Flächenversiegelung als auch die erwarteten Veränderungen des Niederschlagsgeschehens infolge des Klimawandels, erfordern eine systematische Analyse der möglichen Auswirkungen bezogen auf das Regenwasser. Beide Faktoren lassen eine Zunahme der Oberflächenabflüsse erwarten, die insbesondere bei Starkregen die bestehenden Entwässerungseinrichtungen überlasten bzw. die Gewässer zusätzlich belasten und damit erhebliche Schäden durch Überflutungen nach sich ziehen können.

Das integrierte Regenwassermanagement (IRWM) verfolgt das Ziel, einen möglichst naturnahen lokalen Wasserhaushalt in der Stadt durch eine stärkere Fokussierung auf die ortsnahe Versickerung und Verdunstung gegenüber der direkten Ableitung von Niederschlägen zu bewahren bzw. wiederherzustellen und so zum Gewässerschutz und zu einer angemessenen Überflutungsvorsorge beizutragen. Die Hamburger Umweltbehörde (heutige BUKEA, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, ehemals BSU, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt) und HAMBURG WASSER haben unter dieser Zielvision die Anpassung der Regeninfrastruktur für Hamburg im Blick und dies unter der Bezeichnung RISA (Regen-InfraStrukturAnpassung) gebündelt. Das RISA Handlungsfeld „naturnaher lokaler Wasserhaushalt“ bezieht sich auf die Bilanzierung der Komponenten Oberflächenabfluss, Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswasser. Die Versickerung nimmt einen erheblichen Anteil des gefallenen Niederschlags auf. Hierzu bietet die Regenwasserbewirtschaftung vielfältige Möglichkeiten. In Verbindung mit dem möglichst weitgehenden Erhalt von Vegetation und Flächendurchlässigkeit bei z.B. baulichen Erschließungen beinhaltet sie als „Baukastensystem“ ein breites Spektrum unterschiedlicher, vorrangig dezentraler Maßnahmen zur Abflussreduzierung, Zwischenspeicherung, Regenwassernutzung, Versickerung sowie zur verzögerten Ableitung. Sie werden ergänzt durch Maßnahmen zur Behandlung belasteter Niederschlagsabflüsse und Überflutungsvorsorge.

Durch die Integration von Regenwasser als Gestaltungselement in naturbasierten Lösungen können außerdem attraktive Akzente im Stadtbild und in der Stadtkultur gesetzt werden. Darüber hinaus ergeben sich weitere Synergieeffekte zur Stadtnatur oder auch bezüglich der Einflüsse auf das Mikroklima wie Kühlung durch Verdunstung und damit Reduktion von Wärmeinseln.

2.2. Geografische und wasserwirtschaftliche Randbedingungen

Im Nachfolgenden werden Topographie, Versickerungspotential, Vorfluter und Gewässer sowie die Entwässerung im Untersuchungsgebiet kurz beschrieben, so wie sie als Rahmenbedingungen in die Analyse eingegangen sind.

Grundlage für die Entwässerungs- und Überflutungsanalyse in Neugraben Fischbek ist die Topographie. Abbildung 1 stellt die Daten des Digitalen Geländemodells aus dem Jahr 2017 dar, welche für die weiteren Untersuchungen in dieser Analyse verwendet wurden.

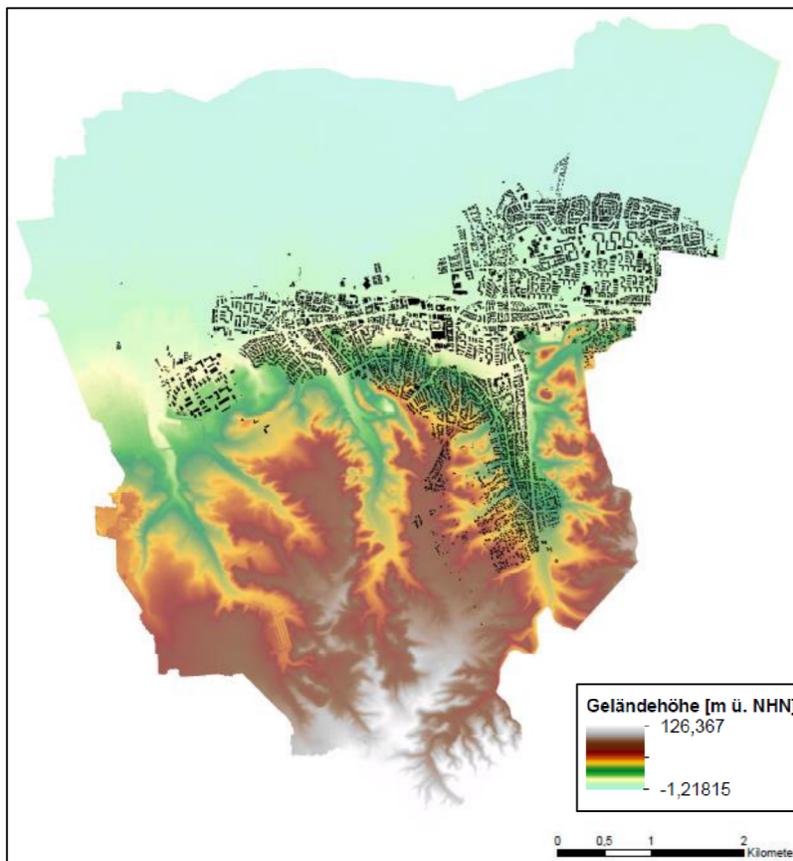


Abbildung 1: Geländemodell und Gebäude im verwendeten Modellgebiet

Für die Beurteilung des Versickerungspotentials wurden der geologische Schichtenaufbau, der Abstand zur Grundwasseroberfläche sowie die Gelände- oder Hangneigung herangezogen. Die geologischen Daten wurden dabei aus dem Bohrdatenbestand aus dem Jahr 2017 entnommen und eine Interpolation zwischen den Bohrpunkten vorgenommen. Das Versickerungspotential kann im südlichen Bereich Neugraben-Fischbeks größtenteils als „Versickerung möglich“ bis „Versickerung wahrscheinlich“ eingestuft werden. Die zugehörigen versickerungsfähigen Tiefen liegen dabei zwischen >5 Metern und 2-5 Metern. Diese Einstufung ist auf die hohen Grundwasserflurabstände (in den Hochlagen bis zu 90 m), welche in den Trockentäler im-

mer noch bei 2,5 - 5 Metern liegen, sowie dem in Oberflächennähe sandigen Boden zurück zu führen. Zieht man die Hangneigung ebenfalls in Betracht, ergeben sich im südlichen Bereich Neugraben-Fischbeks durch die ausgeprägten Hanglagen an vielen Stellen deutlich geringere versickerungsfähige Tiefen. In diesen Bereichen ist der Bau von Versickerungsanlagen nicht empfehlenswert. Im nördlichen Bereich von Neugraben-Fischbek, besteht ein geringes Versickerungspotential. Die versickerungsfähigen Tiefen betragen hier teilweise unter einem Meter durch die Torf- und Moorböden sowie die sehr geringen Grundwasserflurabstände.

Es finden sich im Untersuchungsgebiet eine Vielzahl an Gräben/Abzugsgräben, die das Moor durchziehen. Entwässerungsgräben, Regenrückhaltebecken und Regenkanäle dienen ebenfalls zur Entwässerung. Die leitungsgebundene Entwässerung erfolgt im Untersuchungsgebiet in Form einer Trennkanalesation. Die Schmutzwasserkanäle haben im Stadtteil Neugraben-Fischbek eine Gesamtlänge von rund 80 km. Das so gesammelte Abwasser wird zum Hamburger Klärwerksverbund Köhlbrandhöft-Dradenau transportiert. Die Regenwasserkanäle haben eine Leitungslänge von rund 42 km und sind in 29 Einzugsgebiete untergliedert. Weitere technische Entwässerungselemente stellen Straßenentwässerungsanlagen im Untersuchungsgebiet dar. Dieses System besteht aus Rinnen, Grabenverrohrungen sowie Sickerschächten, welche in Bereiche ohne Regenwasserkanäle das Straßenabwasser aufnehmen, weiterleiten und versickern können. An einigen Stellen gibt es Verbindungen zwischen den Straßenentwässerungsanlagen und dem Regenkanalisationssystem und sogar Verbindungen zum Schmutzwassersystem. Einige Straßen im Bereich mit stärkerem Gefälle im Süden, entwässern komplett über die Straßenoberflächen. Treffen diese Straßen auf eine Regenwasserkanalisation befinden sich dort oftmals mehrere Straßenabläufe kurz nacheinander um den Oberflächenabfluss von der verhältnismäßig großen angeschlossenen Fläche aufzunehmen.

Das Untersuchungsgebiet liegt der Schutzzone III eines Wasserschutzgebietes. Bei der Entwässerungs- und Maßnahmenplanung sind daher die Anforderungen des vorbeugenden Grundwasserschutzes zu bedenken. Dabei sind hier oberflächige Versickerungssysteme (Mulden und Flächen) zu präferieren. Schächte sind keine regelhaften Versickerungsanlagen und vor allem bei Straßenentwässerungen wasserrechtlich nicht genehmigungsfähig.

Das Naturschutzgebiet (NSG) „Fischbeker Heide“ liegt im Südwesten Hamburgs in Harburg. Das ca. 763 ha große Gebiet deckt einen Großteil des nicht besiedelten Bereichs innerhalb des Untersuchungsgebietes ab. Für das Naturschutzgebiet liegt der 2017 erstellte Pflege- und Entwicklungsplan (PEP) vor. „Er bestimmt die Entwicklungsziele für das Naturschutzgebiet Fischbeker Heide sowie die zur Erhaltung und Entwicklung seiner Fauna und Flora erforderlichen Maßnahmen. Er ist in enger Abstimmung mit der Fachbehörde erstellt worden und bildet die fachliche Grundlage für die Umsetzung der Entwicklungsziele und die Durchführung der Maßnahmen“ (EGL 2017 <https://www.hamburg.de/fischbeker-heide/>). In der vorliegenden Untersuchung liegen die als „potentielle Rückhalteräume“ („RR“) bezeichneten Bereiche zum Teil im Naturschutzgebiet „Fischbeker Heide“. Zu berücksichtigen ist, dass die Schutzziele des NSG nicht beeinträchtigt werden und die Maßnahmen nicht dem Pflege- und Entwicklungsplan widersprechen.

2.3. Beschreibung des Simulationsmodells

Die Analyse der starkregenbedingten Überflutung und die Entwicklung von Maßnahmen der Starkregenvorsorge basiert auf der Analyse von Feuerwehreinsatzdaten und den Ergebnissen von Überflutungssimulationen. Die Überflutungssimulationen werden mit einem gekoppelten hydrodynamischen Abflussmodell, bestehend aus einem 2D-Modell der Oberfläche und einem 1D-Kanalnetzmodell, durchgeführt. Das heißt, das Modell berechnet ausgehend von Niederschlagsdaten als Belastungsgröße die Abflussprozesse auf der Oberfläche, im Kanalnetz und in den vorhandenen Fließgewässern. Dabei wird auch die Interaktion zwischen diesen Systemen durch eine bidirektionale Kopplung berücksichtigt, so dass z.B. Überstauprozesse und Rückstaueffekte aus den Gewässern in das Kanalnetz abgebildet werden können. Als wesentliche Ergebnisse der Überflutungsberechnung steht der zeitliche Verlauf der Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten zur Verfügung. Die Maximalwerte dieser Variablen bilden die Grundlage für die vorliegende Entwässerungsanalyse für Starkregen unterschiedlicher Intensitäten und die Erstellung der Starkregengefahrenkarten.

Die Überflutungssimulationen werden mit der Software HYSTEM-EXTRAN 2D (HE2D) der itwh GmbH durchgeführt (itwh, 2020). HE2D berechnet den Oberflächenabfluss auf Basis der vollwertigen 2D-Flachwassergleichungen (Ansatz der dynamischen Welle) anhand eines zellzentrierten expliziten Finite-Volumen-Verfahrens. Das Berechnungsverfahren wurde anhand mehreren Benchmark-Tests verifiziert (itwh, 2020). Für die Berechnung wird das Modellgebiet in ein unstrukturiertes Dreiecksgitter unterteilt. Den Dreieckselementen wird während der Simulation zeitschrittweise der Nettoniederschlag, der durch ein integriertes Niederschlag-Abfluss-Modell (NA-Modell) berechnet wird, zugeführt. Das NA-Modell berücksichtigt dabei in Abhängigkeit der vorhandenen Flächenbeschaffenheit (z.B. Straße, Gebäude oder Wald) Benetzungs- bzw. Interzeptionsverluste sowie Mulden- und Versickerungsverluste. Muldenverluste werden mit der Grenzwertmethode berechnet und bilden die Verluste ab, die durch den Rückhalt in den kleinräumigen Geländeunebenheiten, welche nicht im digitalen Geländemodell (DGM) erfasst sind, entstehen. Versickerungsverluste werden mit einem nach Paulsen erweiterten Horton-Ansatz (itwh, 2020) berechnet.

Das 2D-Oberflächenabflussmodell wird bidirektional mit einem hydrodynamischen 1D-Kanalnetzabflussmodell – HYSTEM-EXTRAN (HE) – über die Schächte und Straßenabläufe in Untersuchungsgebiet gekoppelt. Dabei wird, im Fall einer Überlastung des Kanals, der Überstau zeitschrittweise dem Oberflächenabflussmodell zugeführt. Je nach Höhenlage können auch Regeneinläufe, in Hamburg genannt Trummen, Quellen von Überstau werden. Umgekehrt gelangt Wasser von der Oberfläche über die Straßenabläufe (und Schächte) in den Kanal, sofern dort freie Kapazitäten zur Verfügung stehen. Den Straßenabläufen im Modell wird ein sogenanntes Schluckvermögen zugewiesen, das die hydraulische Leistungsfähigkeit dieser parametrisiert. Das Schluckvermögen ist ein zeitlich konstanter Wert (z.B. 15 l/s) und bildet die Obergrenze für die Aufnahme von Oberflächenwasser.

Auch der Abfluss von Gebäuden, die über einen Anschluss an die Kanalisation verfügen, wird modelltechnisch direkt der entsprechenden Haltung zugeführt (über den Ansatz der linearen Speicherkaskade). Hierbei wird über die Festlegung einer Bemessungsregenspende die Kapazität der Dachentwässerung berücksichtigt. Wird diese vom Niederschlagsgeschehen überschritten, wird der Abfluss auf die an das Gebäude angrenzenden Berechnungselemente des 2D-Oberflächenabflussmodells verteilt.

Durchlässe verrohrter Gewässerabschnitte und überflutungsrelevante Auslässe des Kanalnetzmodells werden mit einer - im Gegensatz zur vertikalen Kopplung über Schächte und Straßenabläufe - bidirektionalen horizontalen Kopplung mit dem 2D-Modell verbunden. Dabei findet ein Abgleich der Wasserstände statt.

2.4. Statische Fließwege- und Senkenermittlung

Neben der realistischeren Darstellung von Überflutungen durch das in Kapitel 2.3 beschriebene Simulationsmodell werden zusätzlich die bereits vorhandenen Ergebnisse einer Fließwege- und Senkenkarte, der sogenannten Starkregen-Gefahrenhinweiskarte von HAMBURG WASSER genutzt (<https://t1p.de/starkregen-hh>). Die Ermittlung vorhandener Senken und Fließwege erfolgte GIS-gestützt (ESRI ArcGIS) und ist das Ergebnis umfangreicher Einzelarbeitsschritte. Für diese rein topografische Analyse wurde ein digitales Geländemodell (DGM, Stand 2017²) mit einem Punktabstand von einem Meter verwendet. Die Original-Punktdaten wurden dafür in ein 1m-Raster umgewandelt. Neben den Simulationsergebnissen des gekoppelten 2D-Oberflächenmodells dienen die Inhalte der Fließwege- und Senkenkarte der Einschätzung, an welchen Stellen es unabhängig vom tatsächlichen Wasserstand Senken und Fließwege gibt. Die mit der Fließwege- und Senkenkarte ermittelten übergeordneten Fließwege und die topografisch maximale Ausdehnung und Tiefe der Senke stellt den absoluten „Worst-Case“ einer Überflutung dar. Die Darstellung der Senken und insbesondere der übergeordneten Fließwege hilft bei der Beurteilung der Gefährdungssituation und dient zur ersten Einschätzung über den potentiellen Erfolg angedachter Maßnahmen. Eine tatsächliche Prüfung der Wirksamkeit findet über das in Kapitel 2.3 beschriebene Simulationsmodell statt.

Zusätzlich entstehen Überflutungen an der Oberfläche sowohl aufgrund eines ausgelasteten Kanalnetzes als auch aufgrund einer einfachen Verstopfung/Verlegung einer oder mehrerer Straßenabläufe/Durchlässe. Dies tritt vor allem in den Herbstmonaten mit stärkerem Laubfall auf. Ebenfalls kann es durch die nur begrenzte Aufnahmefähigkeit der Straßenabläufe bei extremem Starkregen temporär zu einem Rückstau an der Oberfläche kommen. Auch bei starken Gefällen kann es dazu kommen, dass Regenwasser an der Oberfläche nicht dem Kanal zugeleitet wird. Dabei schießt das Regenwasser über die Einläufe und wird nicht vollständig in den Kanal abgeführt.

3. Methodik

3.1. Niederschlagsszenarien

Im Folgenden werden die Niederschlagsszenarien methodisch erläutert. Hierzu werden das verwendete Regenradar, der Starkregenindex (Extremwertstatistik), der ausgewählter Starkregen für die Entwässerungsanalyse und das extreme Starkregenereignis vom 18. Juni 2020 herangezogen.

² Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, 2017. Datenlizenz dl-de-by-2.0.

HAMBURG WASSER betreibt ein modernes Regenmessnetz von derzeit 18 Wägemessern. In diesen Geräten wird der aufgefangene Niederschlag mit einer empfindlichen Waage gemessen und minütlich dokumentiert. Die Messdaten werden alle fünf Minuten per Funk zu einem Server von HAMBURG WASSER gesendet, dort archiviert und ggf. korrigiert. Die Daten gehen dann direkt als Referenzwert in den Aufbereitungsprozess der Radarrohdaten des Deutschen Wetterdienstes ein.

Das Regenradar misst den Niederschlag anders als bei konventionellen Niederschlagsmessgeräten nicht direkt. Das Radar sendet Energieimpulse in Form elektromagnetischer Wellen aus, die von ihrer Wellenlänge so ausgelegt sind, dass sie an den Niederschlagsteilchen gestreut werden. Die Radarantenne misst anschließend den rückgestreuten kleinen Bruchteil der Energie. Aus der Position der Antenne und der Laufzeit der elektromagnetischen Welle ist die Position und Entfernung der reflektierenden Niederschlagsteilchen möglich. HAMBURG WASSER betreibt drei am Boden aufgestellte Tropfenspektrografen und nutzt die DX- und SWEEP-Produkte des DWD. Alle fünf Minuten steht ein aktualisiertes Produkt zur Verfügung. Es findet vom DWD vorab keine Qualitätsprüfung und Aneicherung statt. Das Produkt zeigt die erdbodennächsten Echos im radarnahen Bereich von 125 km. Die Darstellung erfolgt in Polarpixeln und bietet eine sehr hohe zeitliche Verfügbarkeit. HAMBURG WASSER nutzt die Daten der Radarstandorte Boostedt, Rostock und Hannover für die Visualisierung und Analyse von Regenereignissen, für die Berechnung des Starkregenindex, für die Bereitstellung der Online-Starkregenkarte und zudem für eine operationelle quantitative Niederschlagsprognose mit einem Vorhersagezeitraum von bis zu drei Stunden. Die Daten können in Geografischen Informationssystemen zusammen mit weiteren Infrastruktur- und Flächendaten visualisiert werden. Sie stehen für die Einbindung in Simulationsmodellen wie für die Entwässerungsanalyse für Starkregen in Neugraben-Fischbek zur Verfügung.

Alle zehn Jahre führt HAMBURG WASSER eine Extremwertstatistik gemäß DWA-A 531 und eine Trendanalyse der Starkregen aus den gemessenen Niederschlägen durch. Aus der letzten Untersuchung von 2010 ergab sich keine relevante Häufigkeitszunahme der Starkregen für Hamburg. Lediglich für die häufigen aber unkritischen Starkregen konnte eine leichte Zunahme bestimmt werden, die durch die anstehende Untersuchung in 2021 nochmal auf Plausibilität geprüft wird.

Unabhängig von der Frage ob Starkregenereignisse zunehmen, ist durch die mediale Präsenz von Überflutungsereignissen und der öffentlichen Debatte über die potentiellen Auswirkungen des Klimawandels, das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer Gefährdungsbeurteilung durch Starkregen gestiegen. Daher wurde im Sinne der Transparenz eine Skala etabliert, die das Phänomen „Starkregen“ besser verständlich und vergleichbar macht. Da es für Starkregen noch keine Nummern-basierte Einteilung und keine Namenskategorisierung gab, wurde 2015 eine Skala von eins bis zwölf entwickelt (SCHMITT, 2015), anhand der man die Stärke von Starkregen ähnlich der Windstärke einordnen und benennen kann. Die bisherige Extremwertstatistik der langjährigen Niederschlagsmessungen, welche auf einer logarithmischen Regression der Extreme basiert, wurde dabei nicht verändert (DWA, 2012 & DWD, 2017), sondern der Skala entsprechend zugeordnet. Für extreme Starkregen wurden Erhöhungsfaktoren neu eingeführt. Zudem wurden die abflussseitigen Auswirkungen der unterschiedlichen Starkregen kategorien anhand von Schaubildern verdeutlicht.

Tabelle 1: Aus KOSTRA-DWD 2010R ausgewählte Niederschlagssummen und Dauerstufen als Grundlage für den Hamburger Starkregenindex (Auszug), HAMBURG WASSER

Wiederkehrzeit T [a]	1	2	3,3	5	10	20	25	30	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	1,2	1,39	1,4	1,59	1,6	2,19	2,2	2,79	>2,8						
Dauerstufe	Niederschlagshöhe hN [mm]																								
5 min	4,9	6,3	7,4	8,2	9,6	11,1	11,5	11,9	13,0	14,4	17	20	20	23	23	32	32	40	40						
10 min	7,7	9,7	11,1	12,3	14,3	16,3	16,9	17,5	18,9	20,9	25	29	29	33	33	46	46	58	59						
15 min	9,4	11,8	13,6	15,1	17,5	19,9	20,7	21,4	23,2	25,6	31	36	36	41	41	56	56	71	72						
20 min	10,6	13,4	15,4	17,1	19,9	22,7	23,6	24,4	26,5	29,3	35	41	41	47	47	64	64	82	82						
30 min	12,2	15,6	18,1	20,1	23,5	27,0	28,1	29,0	31,5	34,9	42	49	49	55	56	76	77	97	98						
45 min	13,5	17,7	20,7	23,2	27,4	31,5	32,9	34,0	37,1	41,2	49	57	58	66	66	90	91	115	115						
60 min	14,3	19,1	22,6	25,4	30,3	35,1	36,6	37,9	41,4	46,2	55	64	65	73	74	101	102	129	129						
90 min	15,8	20,9	24,6	27,7	32,8	37,9	39,5	40,9	44,7	49,8	60	69	70	79	80	109	110	139	139						
2 h	17,0	22,3	26,2	29,4	34,7	40,1	41,8	43,2	47,1	52,5	63	73	74	83	84	115	116	146	147						

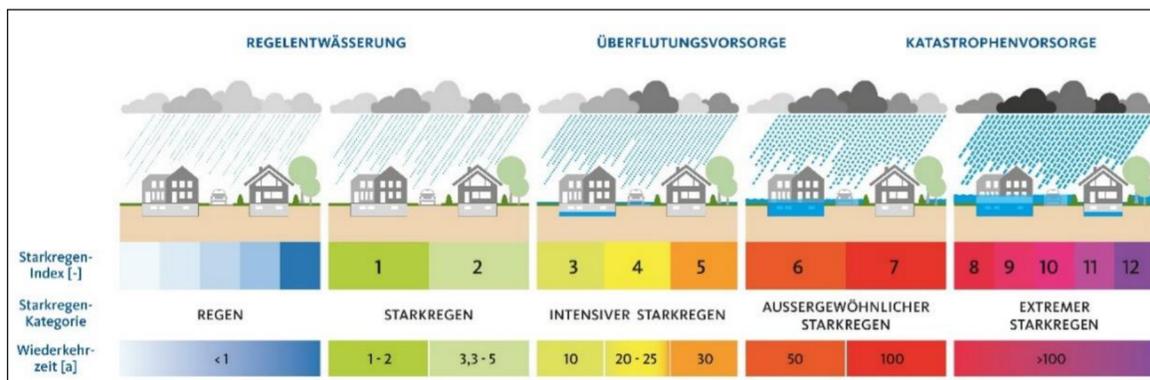


Abbildung 2: Hamburger Darstellung des Starkregenindex zur Risikokommunikation, HAMBURG WASSER

Für die Analyse der möglichen Überflutungen und die Erstellung der Starkregengefahrenkarten wurden Niederschlagszenarien unterschiedlicher statistischer Wiederkehrzeit mit Regendauern von 60, 90 und 120 Minuten ausgewählt. Voruntersuchungen mit einem vereinfachten Modell zeigten, dass die Regendauer von einer Stunde ausreicht, um den Konzentrationsprozess im Modellgebiet bei vertretbarem Rechenaufwand ausreichend abzubilden. So wurden für die Entwicklung von Maßnahmen einstündige Modellregen verwendet. Die finale Berechnung erfolgte dann mit zweistündigen Modellregen.

In Abstimmung mit der Auftraggeberin / dem Auftraggeber erschien es aus Gründen der Transparenz und der Verständlichkeit sinnvoll, die ausgewählten Starkregen anhand des Starkregenindex zu bezeichnen. Um das gesamte Spektrum von Starkregen und deren möglichen Auswirkungen abzubilden, wurden Euler-II-Modellregen der Indizes SRI-3, SRI-5, SRI-7, SRI-8 und SRI-10 verwendet.

Die Bedarfe für die Überflutungsvorsorge auf Grundstücken und im öffentlichen Raum wurden durch die Wahl der Starkregenkategorie „intensiver Starkregen“ mit Indizes SRI-3 und SRI-5 berücksichtigt. Die Kategorie „außergewöhnlicher Starkregen“ stellt den Übergangsbereich der Überflutungsvorsorge hin zur Katastrophenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe dar und wird durch den Index SRI-7 repräsentiert. Die Einbeziehung der Starkregenkategorie „extremer Starkregen“ mit Index SRI-8 fußt auf Erfahrungen bereits registrierter extremer Starkregen in Hamburg. Diese Regenereignisse verursachten in Hamburg

immense Schäden und wurden daher als seltene aber realistische Gefährdung für die Hamburger Infrastruktur berücksichtigt. Die Hinzunahme der Kategorie SRI-10 soll die Unwägbarkeiten für das zukünftige Regengeschehen durch den Klimawandel abdecken. Die Regenhöhen der Tabelle 2 wurden dem KOSTRA-DWD 2010R entnommen und zeigen eine Übersicht der verwendeten Modellregen.

Tabelle 2: Starkregenhöhen für die Entwässerungsanalyse aus KOSTRA-DWD 2010R (SRI-3 bis SRI-10)

Starkregenhöhen in mm für Hamburger Gefährdungsanalysen aus KOSTRA-DWD 2010R	SRI-3 T=10a	SRI-5 T=30a	SRI-7 T=100a	SRI-8 T>100a	SRI-10 T>>>100a
D=60min	30	38	46	55	74
D=90min	33	41	50	60	80
D=120min	35	43	53	63	84

Für die Überprüfung und Anpassung des Simulationsmodells wurde das Starkregenereignis vom 18. Juni 2020 verwendet, bei dem Neugraben-Fischbek wesentlich betroffen war. Aus Presseberichten konnten kritische Örtlichkeiten, an denen es zu Schäden auf Grund des Starkregenereignisses kam, identifiziert werden. Für dieses Ereignis wurden radarbasierte Regenraster mit einer räumlichen Auflösung von 500 m x 500 m und einer zeitlichen Auflösung von fünf Minuten generiert. Dadurch wurde die Dynamik des Starkregenereignisses gut abgebildet.

3.2. Aufbau des Simulationsmodells

Zur Berechnung der durch Starkregen verursachten Überflutungen, wurde ein gekoppeltes 2D-Oberflächenabflussmodell für das Untersuchungsgebiet aufgebaut. Der Modellaufbau umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Aufbereitung, Prüfung und Korrektur der digitalen Geländehöhen
- Festlegung der Modellgrenze
- Erzeugung eines detaillierten 2D-Berechnungsgitters auf Grundlage der aufbereiteten Geländehöhen
- Einarbeitung der Gebäude als Abflusshindernisse
- Festlegung der Rauheitsbeiwerte auf Basis der Oberflächenbeschaffenheit
- Aufbau eines Niederschlag-Abfluss-Modells auf Grundlage der Flächennutzung
- Berücksichtigung des Kanalnetzes durch bidirektionale Kopplung der Schächte, Straßenabläufe, Aus- und Durchlässe
- Abbildung offener und verrohrter Fließgewässern
- Testsimulationen, Prüfung der Ergebnisse und Modellanpassungen in einem iterativen Prozess
- Parameteroptimierung und Modellvalidierung anhand eines Abgleichs der Simulationsergebnisse mit den Fotos, Videos und Feuerwehreinsätzen des Starkregenereignisses vom 18.06.2020

Für die Abbildung der topographischen Gegebenheiten im 2D-Oberflächenabflussmodell wurden die Höhen aus verschiedenen digitalen Geländemodellen zu einem Datensatz zusammengeführt. Für den Großteil des Hamburger Modellgebiets wurde ein DGM mit einer Gitterweite von 0,25 m (DGM025, entspricht 16 Punkte pro m²) aus dem Jahr 2011 verwendet. Das erstellte DGM wurde bezüglich der Durchgängigkeit von Fließwegen geprüft und angepasst, um eine wirklichkeitsgetreue Abbildung der Abflusswege sicherzustellen. An Brückenquerungen, die oftmals komplett oder teilweise noch im DGM enthalten sind, wurden die Höhen auf Geländeniveau durch eine lineare Interpolation der Höhen vor und nach der Brückenquerung herabgesetzt. Verrohrte Gewässerabschnitte und Grabendurchlässe wurden anhand verschiedener Datenquellen und einer optischen Prüfung des DGMs identifiziert und im 1D-Modell abgebildet.

Anhand eines Abgleichs der Kanaldaten mit den digitalen Geländehöhen wurde eine deutliche und systematische Differenz zwischen diesen beiden Datensätzen erkannt, die durch eine Vermessung bestätigt wurde. Die vermutete Ursache für diese Höhendifferenz ist neben dem Bewuchs im Graben, der ggf. zu einer Verschattung beim Laserscanning führt, hauptsächlich eine Versandung des Grabens. Diese wurde im August 2020 durch Wartungsarbeiten im Auftrag des Bezirksamtes Harburg rückgängig gemacht. Da die Vermessung des Grabens danach stattgefunden hat, befinden sich die aktuellen Sohlhöhen im Modell.

Die Oberflächenabflussberechnungen werden vom Simulationsmodell auf Basis eines unregelmäßigen Dreiecksgitters, welches insbesondere die Topographie des Untersuchungsgebiets abbildet, durchgeführt. Das Modell enthält insgesamt 6,3 Mio. Berechnungselemente, deren Fläche von 0,025 m² bis 15,4 m² reicht und im Durchschnitt bei 6,33 m² liegt.

Die Auflösung des Berechnungsgitters wurde schrittweise dahingehend optimiert, dass wesentliche Oberflächenstrukturen, inklusive der kleinräumigen Höhenunterschiede, angemessen detailliert abgebildet werden. Gleichzeitig wurden aber auch exzessive Berechnungszeiten durch Eliminierung unnötig kleiner Berechnungselemente vermieden. Eine automatische Verfeinerung des Berechnungsgitters wurde in Bereichen mit großem Höhengefälle durchgeführt. Für kritische Bereiche und Fließwege wurde eine manuelle Verfeinerung durch das Anlegen sogenannter Detailgebiete erbracht. Entlang von Gräben und Rückhaltebecken wurden Bruchkanten gesetzt, so dass diese Strukturen linienscharf im 2D-Modell erhalten bleiben. Gebäude wurden als nicht-überströmbare Abflusshindernisse im Berechnungsgitter angelegt. Dafür wurden die Gebäudepolygone aus den aktuellen ALKIS- bzw. Gebührenflächendaten verwendet. Zur Vermeidung unnötig langer Berechnungszeiten wurde die Geometrie der Gebäudepolygone durch die Anwendung von Generalisierungsalgorithmen um maximal 1 m vereinfacht. Dabei werden benachbarte Polygone verschmolzen und unwichtige Polygonstützpunkte entfernt. Verbleibende, für die Berechnung ungünstige Geometrien wurden anschließend durch eine manuelle Anpassung der Gebäudepolygone angepasst.

Die Festlegung der Niederschlagsverluste erfolgte örtlich differenziert auf Basis der ALKIS und Landnutzungsdaten. Im Siedlungsbereich wurde dabei hauptsächlich zwischen Gebäuden, Straßen und durchlässigen Flächen unterschieden. Außerhalb des Siedlungsgebietes wurde zusätzlich zwischen bewaldeten Gebieten, landwirtschaftlichen Flächen und Heidegebieten unterschieden. Für undurchlässige Flächen werden Benetzungs- und Muldenverluste berücksichtigt. Für durchlässige Flächen wird der Niederschlag zusätzlich um Versickerungs- und Interzeptionsverluste reduziert. Die Parameter wurden zunächst auf Grundlage der Literatur auf sinnvolle Anfangswerte gesetzt und dann im Zuge der Modellanpassung (Kap. 3.3) angepasst, um eine möglichst hohe Übereinstimmung mit den Beobachtungsdaten des Starkregens vom 18.06.2020 zu erzielen.

Für die Dachflächen mit einer Zuordnung zum Kanalnetz wurde entsprechend KOSTRA-DWD-2010R eine Bemessungsregenspende von 266 l/(s*ha) angesetzt.

Die verwendete Software HYSTEM-EXTRAN 2D (HE2D) der Firma itwh GmbH nutzt für die Parametrisierung der Oberflächenrauheit bei der Abflussberechnung den Ansatz nach Manning-Strickler. Die Festlegung der Manning-Strickler-Werte (KSt-Werte) erfolgte in Abhängigkeit des vorhandenen Flächentyps. Dafür wurden die Flächennutzungsdaten für Niedersachsen und Hamburg zusammengeführt und in Gruppen mit einheitlichem KSt-Wert klassifiziert.

Zur Berücksichtigung des erhöhten Fließwiderstands bei sehr geringer Wassertiefe, sogenanntem Dünnfilmabfluss, werden für durchlässige Flächen wassertiefenabhängige KSt-Werte entsprechend der Empfehlungen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, 2019) angesetzt. Im Zuge des Abgleichs der Simulationsergebnisse für das Starkregenereignis vom 18.06.2020 mit den Fotos und Videos der Überflutung wurden die KSt-Werte angepasst, um eine möglichst hohe Übereinstimmung mit der Wirklichkeit zu erzielen. Der KSt-Wert wird während der Simulation, auf Basis des aktuell berechneten Wasserstands, je Berechnungselement dynamisch gewählt. Für Wasserstände von > 2 cm bis 10 cm wird der KSt-Wert linear aus dem Wertepaar interpoliert.

Die Berücksichtigung des Regenwasserkanals erfolgt über eine bidirektionale Kopplung des vorhandenen Kanalnetzmodells mit dem 2D-Oberflächenabflussmodell über die Schächte und Straßenabläufe im Gebiet. Das Kanalnetzmodell wurde von Hamburg Wasser aufgebaut und wird kontinuierlich aktualisiert. Die Straßenabläufe, die nicht im Kanalnetzmodell enthalten sind, wurden automatisch dem jeweils nächstgelegenen Schacht zugeordnet. Diese automatische Zuordnung wurde nachfolgend überprüft und ggf. korrigiert. Straßenabläufe werden mit einem Schluckvermögen (entspricht der maximalen hydraulische Leistungsfähigkeit) von 15 l/s ausgestattet. Fehlende, für die Überflutungsanalyse relevante, Fremdleitungen z.B. der Straßenentwässerung wurden ergänzt. Rückhaltebecken, die im Kanalnetzmodell als 1D-Element abgebildet waren, wurden durch die Abbildung im Geländemodell ersetzt. Auch an den Straßenabläufen erfolgt der Austausch der Wasservolumina modelltechnisch bidirektional, sodass bei entsprechenden Höhenverhältnissen auch diese Entwässerungselemente zur Quelle von Überflutungen werden können.

Verrohrte Gewässerabschnitte bzw. Grabendurchlässe wurden als geschlossenes hydraulisches 1D-Transportelement angelegt. Das Profil wurde dabei entsprechend vorhandener Planunterlagen gesetzt, durch Ortsbegehungen in Erfahrung gebracht oder anhand von Google Streetview abgeschätzt. Für den Falkengraben wurden die Höhen und Profile der Durchlässe vor Ort vermessen. Die Sohlhöhen der Durchlässe wurden dem DGM entnommen. Die Kopplung von Grabenverrohrungen mit dem 2D-Modell ist, wie im Falle der Schächte und Straßenabläufe, bidirektional, so dass auch Rückstaueffekte bzw. eine Fließumkehr berücksichtigt wird.

3.3. Überprüfung und Verbesserung des Simulationsmodells

Das Überflutungsmodell wurde anhand einer Prüfung der Ergebnisse von Testsimulationen sukzessiv verbessert und verfeinert, indem z.B. fehlende Durchlässe, Gräben, Fremdleitungen oder andere abflussrelevante Elemente dem Modell hinzugefügt wurden. Es wurde eine grundsätzliche Plausibilisierung der Fließwege, berechneten Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten durchgeführt.

Für die Abflussbildungsparameter (z.B. Interzeptions-, Mulden- und Infiltrationsverluste) sowie für die KSt-Rauheitsbeiwerte erfolgte eine Parameteroptimierung. Dabei wurden Simulationen für das Ereignis vom 18.06.2020 mit unterschiedlichen Parameterwerten durchgeführt und diejenige Modellvariante ausgewählt, die zu der höchsten Übereinstimmung mit den Fotos und Videos der Überflutung führt. Durch die Verwendung der radarbasierten Niederschlagsdaten für diese Simulationen, welche anhand der Messungen des lokalen Regenschreibers validiert wurden, kann von einer guten räumlichen (500m x 500m) als auch zeitlichen (5-Minutenintervalle) Erfassung des Niederschlagsgeschehens ausgegangen werden. Aufgrund der relativ geringen Anzahl der Beobachtungsdaten sowie deren eher qualitativem Charakter wurde zur weiteren Überprüfung der angesetzten Parameter ein weiteres Verfahren – Curve-Number-Methode (CN-Methode) - zur Berechnung der Abflüsse für Teile des Einzugsgebiets durchgeführt. Der Vorteil dieses hydrologischen Verfahrens der Abflussberechnung ist, dass die involvierten Parameter sehr gut für unterschiedliche Bodenverhältnisse und Flächentypen dokumentiert sind. Dadurch konnte auch an Stellen ohne „Messdaten“ die Plausibilität der gesetzten Parameter bzw. der berechneten Abflüsse bestätigt werden.

3.4. Überflutungssimulationen

Die Überflutungssimulationen werden für die beschriebenen Niederschlagsszenarien mit der Software HYSTEM-EXTRAN 2D (HE2D) der Firma itwh GmbH in der Version 8.3.4 durchgeführt:

- Ereignis vom 18.06.2020 als radarbasierte Regenraster
- 1-stündige Euler II Modellregen nach KOSTRA-DWD-2010R für
 - SRI 3 (10-jährlich)
 - SRI 5 (30-jährlich)
 - SRI 7 (100-jährlich)
 - SRI 8 (ca. 1.000 jährlich)
 - SRI 10 (>>> 1.000 jährlich)

Die Niederschlagshöhen gehen dabei zunächst in die NA-Berechnung ein und werden entsprechend des vorliegenden Flächentyps (z.B. durchlässig oder undurchlässig) um die Niederschlagsverluste (Benetzungsverluste, Interzeption- und Versickerungsverluste) reduziert. Die dabei ermittelten effektiven Niederschlagshöhen werden anschließend zeitschrittweise den Berechnungselementen des 2D-Oberflächenabflussmodells zugeführt. Zur vollständigen Abbildung der Abflussprozesse werden hinreichend lange Nachlaufzeiten angesetzt.

Als Ergebnisse der Simulationen stehen Überflutungstiefen- und Flächen sowie Fließgeschwindigkeiten zur Verfügung.

3.5. Analyse der möglichen Überflutung

In den folgenden Abschnitten wird die generelle Vorgehensweise zur Identifikation und Analyse der möglichen Überflutungen durch Starkregenereignisse beschrieben.

Im Hinblick auf die Analyse der potentiellen Überflutungen wurden Fokusgebiete identifiziert. Dies geschah anhand der Betrachtung von Oberflächenabfluss, vergangener Feuerwehreinsätze, Dokumentation von vorherigen Starkregenereignissen, Einsätze aus dem Betriebsführungssystem von HAMBURG WASSER und der Fließweg- und Senkenkarte. Die potentielle Gefährdung der Fokusgebiete wurde anschließend beurteilt (u.a. Gefahr für bestehende Infrastruktur, Verkehrssicherheit und realistische Verbesserungsoptionen).

Im weiteren Verlauf der Bearbeitung wurden weitere Details geprüft und identifiziert, die sich auf Maßnahmen beziehen, die möglichst kurzfristig und einfach umgesetzt werden können. Folgende Randbedingungen führen zur Auswahl der Maßnahmen:

- Eher einzelne Betroffene / kleine Maßnahmen (= kurzfristiger umsetzbar)
- Privater Grund betroffen (ein Ansprechpartner)
- Wasser fließt von öffentlichen auf privaten Grund
- Maßnahmen im Grünbereich, weniger technische Maßnahmen (nature-based-solutions bevorzugt)

Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden durch Simulationen auf Eignung überprüft und bewertet.

Aufgrund der topografischen Gegebenheiten der Harburger Berge kommt es bei Starkregen zu einem Zufluss aus den unbesiedelten Bereichen in den besiedelten Bereich. Oftmals liegen die Straßen der Siedlung in den „Tälern“. Hier konzentrieren sich die Abflüsse und sind eine verstärkende Ursache für Überflutungen. Dies trifft insbesondere zu, wenn es sich um lokale Straßentiefpunkte oder Tiefpunkte auf Grundstücken handelt. Neben der lokalen Lösung der Probleme an der Schadensstelle, gibt es Möglichkeiten Regenwasser schon vor dem Eindringen in den Siedlungsbereich weitgehend zurückzuhalten. Daher sind in Kapitel 4.3 die Stellen identifiziert worden, an denen ein oberflächiger Zufluss von Regenwasser in den Siedlungsbereich stattfindet, die sogenannten potentiellen Retentionsräume (RR). Die Identifikation findet im ersten Schritt hauptsächlich über die in Kapitel 2.4 beschriebene statische Fließwege- und Senkenkarte statt. Dabei zeigt die starke Fließakkumulation (der Fließweg) an, an welchen Stellen ein größerer Regenwasserabfluss erwartet werden kann. Weiterhin zeigen Senken an den „Hauptfließwegen“ potentielle Standorte für Rückhaltmaßnahmen im Grünbereich an. Im besiedelten Bereich können diese Senken jedoch auch Gefahrenstellen darstellen. Nach der Identifikation der Punkte werden folgende Randbedingungen geprüft:

- Prüfung der Topografie auf natürliche Tiefpunkte und potentiell einfach herzustellende Einstaumöglichkeiten, um einen schadlosen temporären Rückhalt zu erzielen
- Generelle Fließwege aus der Fließwege- und Senkenkarte
- Ergebnisse des Simulationsmodells für die Regenereignisse SRI 3 bis 10
- Bestand an Vegetation und Freiflächen in der Nähe
- Lage im Naturschutzgebiet Fischbeker Heide und vorhandene Biotope
- Bestehende Entwässerungseinrichtungen
- Nutzung der betroffenen Flächen

3.6. Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen

Aufbauend auf den bereits für die Identifizierung der Fokusgebiete verwendeten Grundlagen (Feuerwehreinsätze, Fließwege- und Senkenanalyse, Ergebnisse der Überflutungssituation) wurden Maßnahmvorschläge erarbeitet. Dabei wurden auch die Umgebungsfaktoren wie die vorhandene Entwässerungsinfrastruktur, das Versickerungspotential sowie die Topographie im Fokusgebiet miteinbezogen.

Ziel der Maßnahmen ist jeweils eine Abminderung des zuvor identifizierten Überflutungspotentials. Dabei wird der Fokus insbesondere darauf gelegt, einer Ableitung auf Privatgrundstücke vorzubeugen und eine schadhlose Ableitung bzw. zwischenzeitlichen Rückhalt (im öffentlichen Raum) zu ermöglichen. Das im Starkregenfall auftretende Wasser soll im Idealfall schadlos aus den Gebieten abgeleitet werden oder ohne Schäden zu verursachen zurückgehalten werden. Dabei werden solche Lösungen präferiert, mit denen natürliche, bestehende Zusammenhänge erkannt und den Zweck unterstützend eingesetzt werden und die darüber hinaus Vorteile für die Natur und den lokalen Wasserhaushalt bieten. Beispiele für entwickelte Maßnahmen sind Tiefbeete, Abflussrinnen und -mulden, Schutzmauern sowie Erdwälle, natürliche Retention und Versickerung an ausgesuchten Orten.

Die entwickelten Maßnahmen wurden als Elemente des Geländemodells in das 2D-Modell eingearbeitet, um damit Simulationen für die in Kapitel 3 beschriebenen Modellregen durchzuführen. Dabei wurden dezentrale Rückhaltmöglichkeiten wie Mulden-/Rigolen und Tiefbeete als Vertiefungen im Geländemodell dargestellt. Maßnahmen wie Mauern, Wälle und Dämme wurden als Erhöhungen im Geländemodell eingearbeitet. Anhand eines Vergleichs mit den Ergebnissen des Ist-Zustand wurde die Wirksamkeit der Maßnahme analysiert und die Maßnahme ggf. optimiert. Als maßgebende Niederschlagsintensität, für die die Wirksamkeit der Maßnahmen betrachtet und angepasst wurde, wurde der Starkregenindex 5 verwendet.

Zur besseren Vergleichbarkeit zwischen Plan- und Ist-Zustand wurden Differenzraster der maximalen Wassertiefen erstellt. Anhand dieser kann die lokale Veränderung der Überflutungsgefährdung direkt abgelesen werden.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse Überflutungssimulation

Die Ergebnisse der gekoppelten 2D-Oberflächenabflussberechnung wurden in Form von Starkregengefahrenkarten dargestellt. Je Niederschlagszenario wurde eine Übersichtskarte der berechneten maximalen Wassertiefen erstellt. Für den Ist-Zustand liegen die Karten für die in Kapitel 3.1 beschriebenen Szenarien vor. Für den Zustand mit den vorgeschlagenen Maßnahmen wurden Karten für den SRI-3, 5 und 7 erstellt. Die Ergebnisse wurden zudem digital als ArcGIS-Projekt übergeben und können dadurch detailliert analysiert werden. Das GIS-Projekt beinhaltet auch die berechneten maximalen Fließgeschwindigkeiten für je-

des Szenario sowie eine Auswertung der Gebäudegefährdung. Für Letzteres wurde jedes Gebäude entsprechend dem maximalen Wasserstand, der an das Gebäude angrenzt, mit einer Gefährdungsklasse nach DWA M-119 (2016) versehen.

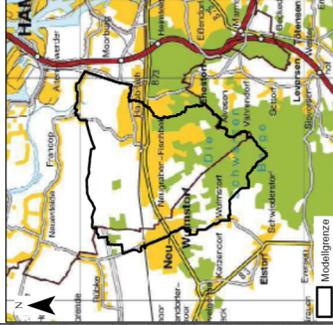
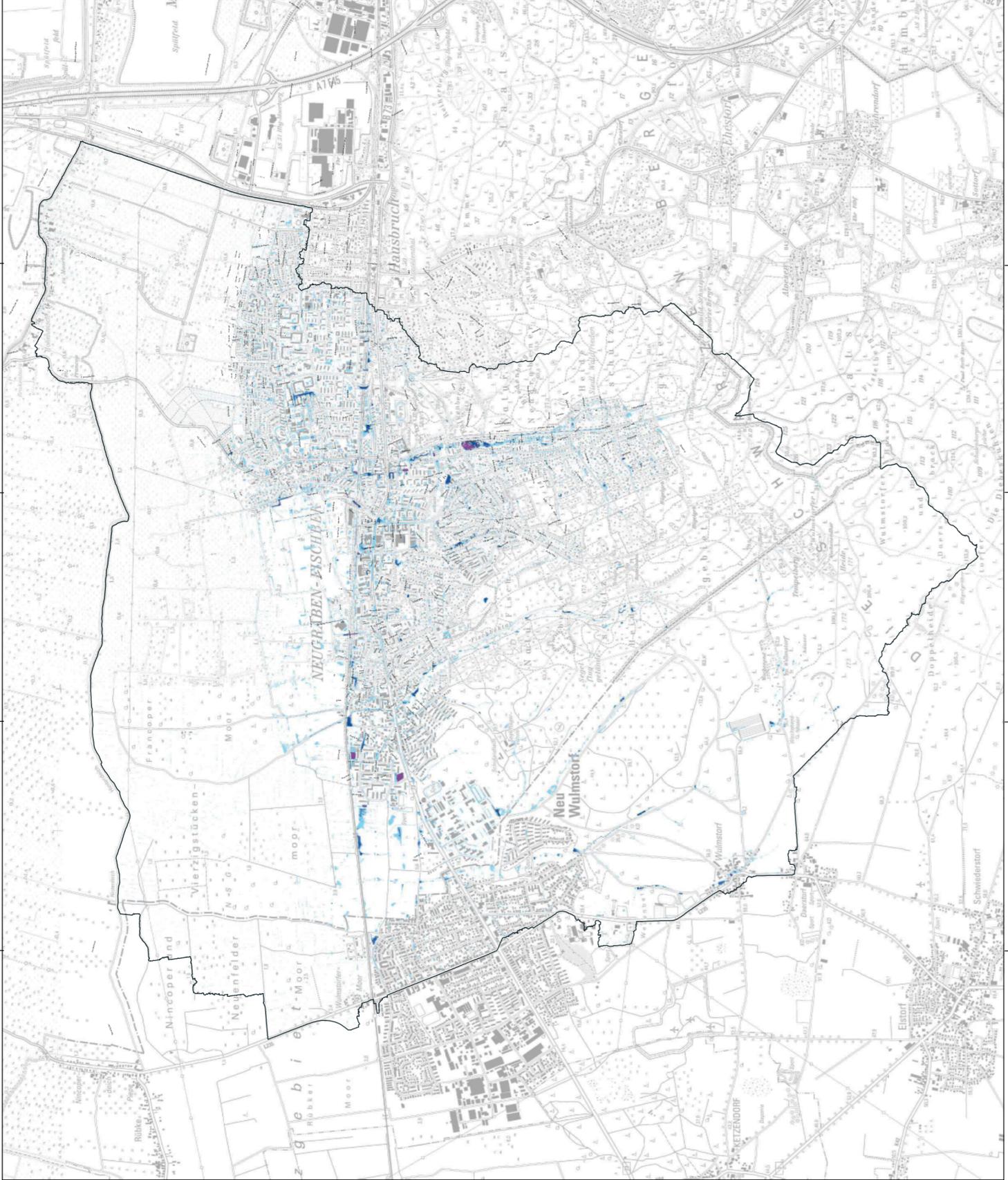
Durch den hohen Detaillierungsgrad des verwendeten Modells, der expliziten und integrierten Berücksichtigung der Entwässerungsinfrastruktur und der Gewässer sowie der schrittweisen Prüfung und Optimierung des Modells sind die Ergebnisse generell als sehr belastbar einzuschätzen. Der Volumenfehler des Simulationsmodells liegt mit unter 1% im vernachlässigbaren Bereich. Die berechneten Abflusswerte liegen insgesamt im plausiblen Bereich. Die Fließwege wurden gründlich geprüft und können als verlässlich angesehen werden. Bezüglich der berechneten Wasserstände können aber trotz der erwähnten Schritte zur Qualitätssicherung Unsicherheiten nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere für die Außengebiete, die im Untersuchungsgebiet zu einem großen Teil bewaldet sind, wurde eine sehr hohe Sensitivität des Modells festgestellt – kleinste Änderungen in den Parametern führen zu starken Änderungen der berechneten Wassertiefen im Siedlungsbereich. Grundsätzlich lässt sich der Rückhalt, der in den bewaldeten Gebieten stattfindet, nur schwer abschätzen. Zudem ist auch die ereignisspezifische Anfangsbodenfeuchte sehr ausschlaggebend für die entstehenden Abflüsse, Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten. Das heißt je nach vorherrschender Bodenfeuchte führt eine Niederschlagsbelastung zu einer Bandbreite von Ergebnissen. Eine direkte Verbindung der Niederschlagshäufigkeit zur Überflutungshäufigkeit ist dadurch nicht gegeben. Da konkrete Überflutungsbeobachtungen lediglich für ein Ereignis zur Verfügung standen, wurde das Modell entsprechend der damit verbundenen, hydrologischen Situation angepasst. Eine weitere Unschärfe entsteht durch unzureichende Kenntnisse der Regenwasserbewirtschaftungsanlagen auf privaten Grundstücken und den damit verbundenen Rückhaltekapazitäten. Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebiets konnten weiterhin nicht alle abflussrelevanten Strukturen wie z.B. Gartenmäuerchen in das Modell eingearbeitet werden.

Die geplante Maßnahme zur Erhöhung der Kapazität eines Hochwasserrückhaltebeckens im Untersuchungsgebiet sollte zukünftig in das Simulationsmodell eingearbeitet werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Maßnahme zu einer deutlichen Entlastung der Überflutungsgefährdung im Bereich des Falkengrabens führt. Dies kann jedoch erst geschehen, sobald die aktuelle Planung dafür abgeschlossen ist.

**Starkregenereigniskarte
Neugraben-Fischbek
für Starkregenindex 8**

Maximale Wassertiefe

-  < 5 cm
-  5 cm - 10 cm
-  10 cm - 30 cm
-  30 cm - 50 cm
-  50 cm - 100 cm
-  > 100 cm



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 770000.

Starkregenereignis - Gefährdungsanalyse und Maßnahmenplan Neugraben-Fischbek	
Malsch.	31.11.2020
Stand	08.01.2021
Bearbeiter	Wahl
Infrastrukturabteilung und Sachverständige	



Aufgrund des relativ großen hydrologischen Einzugsgebiets und der bewegten Topographie ist für das Untersuchungsgebiet generell eine hohe Überflutungsgefährdung festzustellen. Aufgrund der hohen Versickerungsfähigkeit der Böden bzw. dem Rückhalt des Niederschlags in natürlichen Mulden wird die Gefahr aber stark abgemildert. Dies ist auch an den relativ geringen dokumentierten Schäden für das Ereignis vom 18.6.2020, welches in seiner statistischen Charakterisierung zwischen einem SRI-7 und einem SRI-8 anzusiedeln ist, zu erkennen.

Die Ergebnisse der Überflutungssimulation wurden dazu verwendet, um potentiell gefährdete Bereiche zu identifizieren, die Überflutungssituation in den identifizierten Fokusgebieten zu analysieren und Gegenmaßnahmen zu entwickeln sowie geeignete Rückhalteräume zu identifizieren. Die identifizierten Fokusgebiete und Rückhalteräume sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

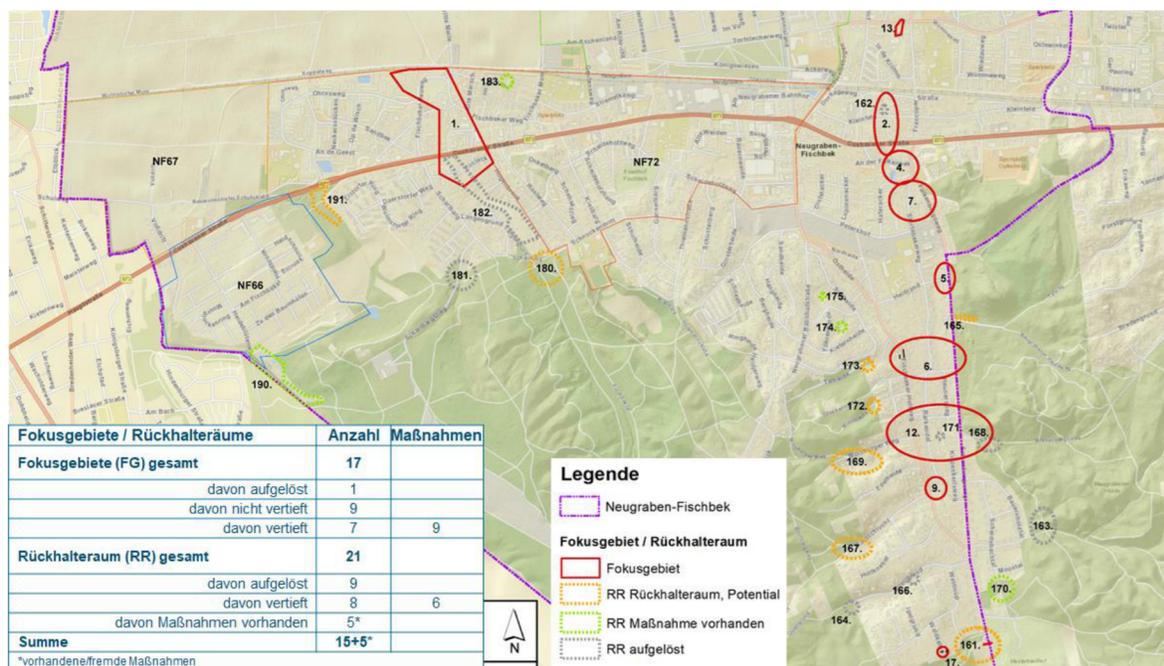


Abbildung 3: Übersichtskarte zu den Fokusgebieten und Rückhalteräumen

4.2. Maßnahmen Fokusgebiete (FG)

Eine Abkopplung vom Regenkanal und eine dezentrale Bewirtschaftung des Regenwassers auf den Grundstücken hat den Vorteil, dass durch die damit geförderte Versickerung und Verdunstung ein direkter Beitrag zu einem ausgeglichenen Wasserhaushalt geleistet werden kann. Die Rückhaltung auf dem Grundstück reduziert das Niederschlagsvolumen in der Kanalisation und kann damit zur Reduktion der Überflutungsgefährdung in unterhalb gelegenen Gebieten beitragen. Es darf jedoch nicht vernachlässigt werden, dass solche Anlagen zur dezentralen Bewirtschaftung in der Regel nicht für Starkregenereignisse ausgelegt

werden, so dass es bei stärkeren Ereignissen zu Abflüssen kommt. Dennoch kann durch die erreichte Abflussverzögerung und -minderung eine Reduktion der Überflutungs-„spitze“ unterhalb der Maßnahme erreicht werden.

Als Maßnahme für die dezentrale Bewirtschaftung können zum einen Retentions(Grün)dächer zum Einsatz kommen, zum anderen können auf den Grundstücken Versickerungsanlagen wie Mulden oder Mulden-Rigolen-Elemente das Wasser von Dach- und befestigten Flächen aufnehmen. Eine weitere Option ist, das Regenwasser in Zisternen zu sammeln und als Bewässerungs- oder Brauchwasser zu nutzen.

Als weitere Möglichkeit, Wasser erst gar nicht zum Abfluss kommen zu lassen, bietet sich eine Entsiegelung von Flächen bzw. eine Umwandlung in teilversiegelte Flächen, wie z.B. Rasengittersteine, oder Sickerpflaster.

Gründächer haben einen positiven Effekt auf den lokalen Wasserhaushalt, indem sie Niederschlagswasser zurückhalten und verdunsten. Je größer die Aufbaustärke des Gründaches, desto mehr Wasser kann zurückgehalten werden. Gründächer mit Gefälle und ohne Rückstau (Abflussdrosselung) können im Starkregenfall ihre Retentionswirkung nur vermindert entfalten. Die sogenannten Retentions Gründächer haben durch zusätzlichen Speicherraum in Form einer flachen Rigole auf dem Dach einen nochmals gesteigerten Effekt auf den Rückhalt und können auch bei Starkregenereignissen für einen Rückhalt des anfallenden Regenwassers sorgen. Die Rückhaltung und gedrosselte Ableitung erlaubt es, ggf. anschließende Rückhalte- und Versickerungsanlagen kleiner zu dimensionieren. Jedoch bedarf es hier einer besonders hohen Sickerleistung (Drosselrückhalt vs. Sickerleistung). Weiterhin können Gründächer zur Gebäudekühlung beitragen und haben einen positiven Effekt auf das Mikroklima in der Umgebung. Auch Fassadenbegrünungen haben durch ihre Verdunstungseigenschaften einen positiven Effekt auf das Mikroklima und bieten gleichzeitig durch ihre dämmenden und verschattenden Eigenschaften energetische Vorteile für Gebäude.

Bei der Versickerung in Mulden oder Mulden-Rigolen erfolgt eine Reinigung des Regenwassers durch die belebte Bodenzone. Eine Versickerung in Schachtanlagen ist nur bedingt zu empfehlen bzw. in Wasserschutzgebieten nicht zulässig, da durch die Schachtversickerung keine Behandlung stattfindet und daraus eine potentielle Gefährdung des Grundwassers resultieren kann. Dies muss insbesondere in dem vorliegenden Projektgebiet beachtet werden.

Eine Abkopplung von Dachflächen und befestigten Flächen auf den Privatgrundstücken erscheint insbesondere in der Nähe des Falkengrabens sinnvoll. Dort könnte der Zufluss von Niederschlagswasser in Kanäle, Straßenentwässerungsleitungen oder Gräben durch eine dezentrale Bewirtschaftung reduziert werden. Bestenfalls sehen diese Maßnahmen auch gewisse Sicherheiten für stärkere Niederschläge vor (z.B. Retentionsgründach oder Bemessung der Mulden / Rigolen auf Jährlichkeiten oberhalb der im Regelwerk angegebenen). Von den insgesamt 12,3 ha betrachteter Dachfläche und befestigten Flächen entwässern 69% in das Kanalnetz. D.h. bereits mehr als 30% der Flächen werden in diesem Gebiet dezentral bewirtschaftet. Dies kann durch eine weitere Sensibilisierung der Eigentümer (u.a. Einsparung Niederschlagswassergebühr) oder entsprechende Förderungen auf weitere Grundstücke ausgedehnt werden. Voraussetzungen wie eine gute Versickerungsfähigkeit scheinen in weiten Teilen gut gegeben.

Neben diesen generellen Maßnahmen zur Stärkung des natürlichen Wasserhaushalts und der Retention konnten für die Fokusgebiete verschiedene Maßnahmen entwickelt und auf Wirksamkeit bei Starkregenereignissen verschiedener Stärken (SRI 3, SRI 5 und SRI 7) überprüft werden.

In den betrachteten Gebieten wurden Gründe identifiziert, die eine Überflutung begünstigen. Dazu gehören unter anderem lokale Tiefpunkte an der Straße, die keine weiteren Abflussmöglichkeiten im öffentlichen Raum beinhalten, kleine Durchmesser des Regenkanals und ungünstige Einleitsituationen in Gräben, die Gegengefälle aufweisen und bei hohen Wasserständen zu einem Rückstau führen. Mangelnde Entwässerungsinfrastruktur führt zu Überflutungen, die es zu bewältigen gilt. Wasseransammlungen auf Straßen können die Verkehrssicherheit, sowie anliegende Häuser und potentiell auch das Grundwasser gefährden.

Multifunktionale Flächennutzung kann durch geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Starkregenereignissen erreicht werden. Hierzu können beispielsweise Spielplätze herangezogen werden, die als Ableitung für anfallendes Regenwasser genutzt werden. Die Herstellung eines Naturerlebnisplatzes und die Integration des Themas Wasser kann als große Chance durch die multifunktionale Nutzung gesehen werden. Regenwasser kann durch Versickerung in Mulden oder Mulden-Rigolen abgeleitet werden.

Regenleitungen und Entwässerungsrinnen dienen ebenfalls zur Ableitung des Regenwassers. Diese führen oftmals in vorhandene Gräben ab. In Neugraben-Fischbek ist hier der Falkengraben zu nennen, der an betroffenen Gebieten das Wasser ableitet. Kastenrinnen (Bordsteinentwässerung/Hohlbordrinnen) mit Auslass in den Graben, Sickerschächte sowie Straßenabläufe sind potentielle Maßnahmen im Untersuchungsgebiet. Zur Verbesserung der Überflutungsproblematik kann das Schluckvermögen von vorhandenen Straßenabläufen erhöht werden. Der Einsatz von Pumpen zur Entwässerung von Straßentiefpunkten kann genutzt werden, um diese zu überbrücken. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass technische Lösungen im Rahmen dieses Projektes nicht auf die Zielsetzungen des Clever Cities Projektes einzahlen und daher nicht weiter behandelt wurden.

Im Straßenraum können sogenannte „Tiefbeete“ eingesetzt werden, welche das Oberflächenwasser der Straße sowohl in einer unterirdischen Rigole als auch in einem oberirdischen Beet speichern und versickern. Durch den dezentralen Rückhalt können Überflutungen verhindert werden. Auch die Erhöhung von Bordsteinkanten kann eine sinnvolle Lösung sein. Diese wird oft in Verbindung mit anderen Maßnahmen vorgeschlagen.

Eine weitere wichtige Maßnahme gegen Überflutungen bietet der Objektschutz. Erhöhte Schwellen im Zufahrtsbereich von Grundstücken und vor Kellerzugängen bzw. Kellerfenstern, Mauern, Erdwälle und Gründächer sind Optionen, die zu berücksichtigen sind. Durch Rinnen und geeignete Oberflächengestaltung kann das Wasser gezielt in vertiefte Bereiche auf Grundstücken abgeleitet werden, sodass ein schadloses Aufstauen des Wassers gegeben ist. In Abbildung 4 ist die Maßnahme einer Mauer als Objektschutz dargestellt. Hier sind zudem die Auswirkungen des Starkregenereignisses vom 18.06.2020 zu erkennen.



Quelle: André Zand-Vakili

Abbildung 4: Straßensituation am Tag des Starkregens am 18.06.2020 in Neugraben-Fischbek

Die nachfolgende Abbildung stellt beispielhaft die Simulationsergebnisse für eine Maßnahme zur Bewältigung von Starkregenereignissen dar. Links sind die Wasserstände im IST-Zustand dargestellt. Auf der rechten Seite sind die Maßnahmen der „Mauern“ auf der Grundstücksgrenze sowie die „Abflussrinne“ an der Straße dargestellt. Deutlich zu erkennen ist der stärkere Einstau auf der Straße. Dieser erhöht sich um eine bis zu 20 cm größere Einstautiefe. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass der Einstau direkt am Gebäude deutlich abgenommen hat. Der maximale Wasserstand wird bei einem SRI 3 um ca. 8 cm gesenkt. Auch im südlich gelegenen Bereich hat die „Mauer“ einen positiven Einfluss auf die Wasserstände. Das Wasser wird durch die Barriere daran gehindert nach Süden überzulaufen. Hier wird der maximale Wasserstand bei einem SRI 3 um ca. 17 cm und bei einem SRI 5 um ca. 14 cm gesenkt. Die hier dargestellte Lösung mit einer durchgehenden Mauer ist mit der angegebenen Höhe in Kombination mit einer zusätzlichen Abflussrinne wirksam.

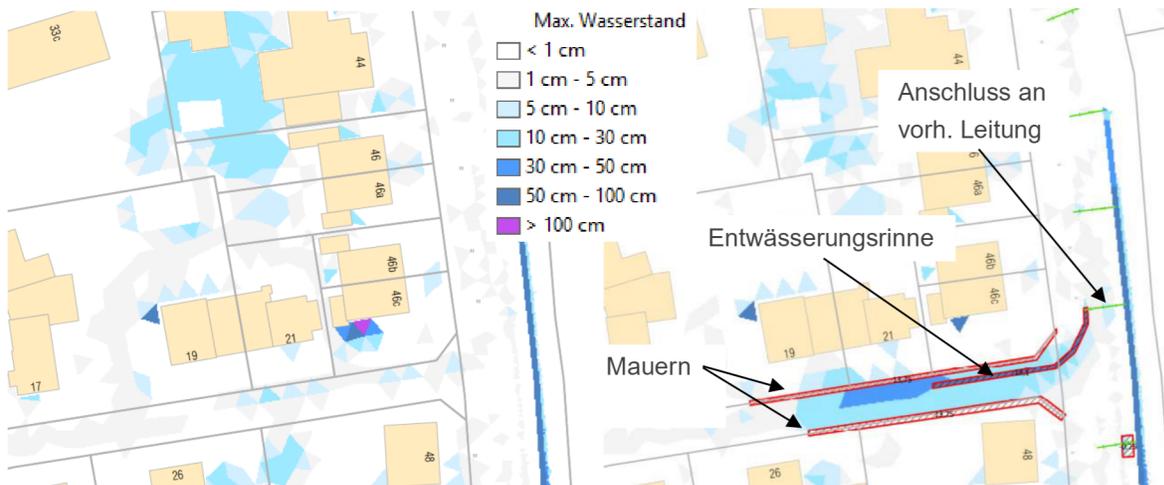


Abbildung 5: Simulationsergebnisse max. Wasserstand. Links SRI 3 im IST-Zustand. Rechts: SRI 3 mit Maßnahmen

4.3. Maßnahmen Rückhalteräume(RR)

Im Untersuchungsgebiet sind insgesamt 21 potentielle Rückhalteräume identifiziert worden. Im Folgenden werden die Ergebnisse aus der näheren Analyse sowie die daraus resultierenden möglichen Maßnahmen zusammenfassend beschrieben.

Durch Geländeanpassungen kann zusätzlicher Retentionsraum geschaffen und die Retentionsleistung somit verbessert werden. Am Falkengraben wurden beispielsweise im Verlauf des Gefälles von Ost nach West mehrfach Erdwälle errichtet, die einen kaskadenartigen Rückhalt des Niederschlagswassers ermöglichen. Waldbauliche Maßnahmen dienen ebenfalls dem Wasserrückhalt. Vorhandene Erdwälle im Gelände können erhöht und erweitert werden, sodass sich die maximale Einstautiefe erhöht. Zusätzlich zu Erdwällen, können auch in Rückhalteräumen Tiefbeete angeordnet oder durch Wegegestaltung und Ableitung des Wassers in das Bankett genutzt werden, um auch den von der Straße selber kommenden Abfluss zu unterbrechen, zurückzuhalten und das Regenwasser zu versickern.

Um eine stärkere und bessere Nutzung vorhandener Retentionsvolumina zu bewirken, wurden Simulationen des Abflussverhaltens herangezogen. Hierbei wurden Optimierungen der Zulauf- und Ablaufbedingungen sowie Ertüchtigungen von Dämmen als Maßnahmen vorgeschlagen. Diese und auch weitere Maßnahmen sollen, wenn sie umgesetzt sind, in den regelmäßigen Aktualisierungszyklus der HWRM-RL durch den LSBG einfließen und beeinflussen so die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete.

In der nachfolgenden Abbildung ist die potentielle Wirkung einer Maßnahme in einem Rückhalteraum dargestellt. Das Simulationsergebnis der Fließhöhen zeigt auf dem unteren Bild, dass ein deutlicher Rückhalt geschaffen und der Zufluss zum Falkengraben verringert wird. Die Umsetzung eines Erdwalls wird als einfach eingeschätzt.

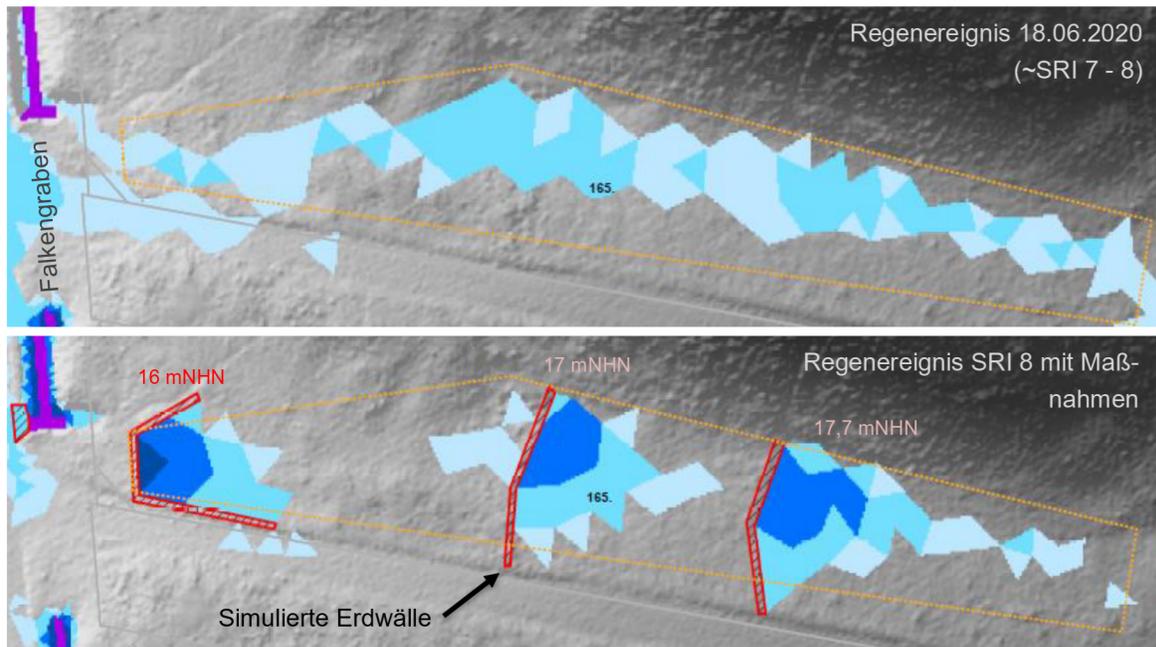


Abbildung 6: Darstellung oben: Simulation Regenereignis 18.06.2020, unten: Regenereignis SRI 8 mit Maßnahmen

Überblick Maßnahmenoptionen

Für die vertieft ausgearbeiteten Fokusgebiete und Rückhalteräume gibt es verschiedenste Maßnahmenoptionen. Neben den sogenannten Fokusgebieten im Siedlungsbereich, in denen die konkrete Gefahrenabwehr im Vordergrund steht, ist bei den Rückhalteräumen der Rückhalt von Niederschlagswasser bereits vor dem Siedlungsgebiet das Ziel.

Die Maßnahmen für die Fokusgebiete wurden entwickelt mit der Zielsetzung natur-basierte Lösungen und Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu finden wie z.B.

- Tiefbeete
- Notwasserwege
- multifunktionale Flächen
- Gründächer
- Entsiegelung
- Mulden-(Rigolen-)Versickerung



Abbildung 7: Beispielhafte Darstellung von möglichen Tiefbeeten in zwei Straßen des Untersuchungsgebiets (Quelle Fotos: HAMBURG WASSER, Quelle Visualisierungen Tiefbeete: MUST Städtebau)

Für Notwasserwege stellen z.B. gezielt eingesetzte Entwässerungsrinnen /-Mulden oder Gräben eine Möglichkeit dar. Der Objektschutz ist für einzelne, gefährdete Gebäude eine gute Option. Neben sehr spezifisch am Gebäude zu planenden Maßnahmen kommen beispielsweise Mauern und in Zufahrten mobile Verschlussmöglichkeiten in Frage.

Bei den Rückhalteräumen, die im Gelände bereits natürlich vorhanden sind, soll die Kapazität z.B. durch zusätzliche Erdwälle ausgebaut und/oder gesichert werden. Diese Flächen sind in Zukunft von Bebauung frei zu halten. Für bereits vorhandenen Rückhalteräume

gilt es deren Funktion dauerhaft zu erhalten.

Die in den Kapiteln 4.2 und 4.3 beschriebenen Maßnahmen wurden durch den Vergleich der Simulationsergebnisse für die Ist-Situation und dem Zustand mit Maßnahmen geprüft. Sofern nötig wurden Anpassungen an den Maßnahmen vorgenommen um deren Wirkung zu verbessern. Die vorgeschlagenen Maßnahmenoptionen sind konzeptionelle Vorschläge und müssen für die Umsetzung genauer geplant und ausgearbeitet, sowie ggf. mit weiteren Akteuren abgestimmt werden.

Die Studie zeigt, dass mit der Umsetzung von naturbasierten Lösungen der Regenwasserbewirtschaftung ein wichtiger Beitrag zur Überflutungsvorsorge bei Starkregenereignissen geleistet werden kann. Eine Übertragung der Methode hinsichtlich der Analyse der Entwässerungssituation sowie der Entwicklung von Maßnahmen auch auf andere Stadtteile Hamburgs erscheint sinnvoll und gut möglich. Für erste naturbasierte Maßnahmen wird die Umsetzung derzeit geprüft.

5. Literatur

DWA (2012), Arbeitsblatt DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef, ISBN 978-3-94 2964-28-9

DWA (2016), Merkblatt M 119– Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, DWA-Regelwerk

DWD (2017), Deutscher Wetterdienst, KOSTRA-DWD-2010R, Starkniederschlagshöhen für Deutschland – KOSTRA, DWD, Offenbach, 2017

EGL – Entwicklung und Gestaltung von Landschaft (2017), Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet Fischbeker Heide, Auftraggeber Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Link: <https://www.hamburg.de/fischbeker-heide/> (Abruf Dezember 2020)

Itwh GmbH – Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH (2020), HYSTEM-EXTRAN Modellbeschreibung, Hannover

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden- Württemberg (2020), Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Anhänge 1a, b, und c.

Schmitt, T. G. (2015), Weiterentwicklung des Starkregenindex zur Verwendung in der kommunalen Überflutungsvorsorge. In: gwfWasser|Abwasser (156), Nr. 7-8, S. 774-781

Wikipedia (2021), Eintrag über Hamburg-Neugraben-Fischbek, zuletzt besucht am 06.01.2021