





Fischbeker Reethen Starkregengefährdungsanalyse II

Starkregenmodellierung für das geplante
Neubaugebiet NF67



This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by Bureau Veritas to comply with ISO 9001 (Quality Management)

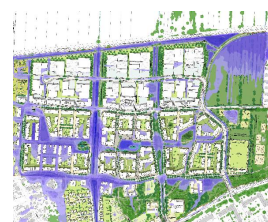


Erstellt von		Genehmigt von
<div data-bbox="577 1400 694 1429">05.01.2021</div> <div data-bbox="220 1444 432 1547">X </div> <div data-bbox="215 1554 359 1588">Approved by</div> <div data-bbox="215 1621 651 1650">Signed by: </div>		<div data-bbox="1284 1400 1401 1429">05.01.2021</div> <div data-bbox="927 1444 1406 1547">X </div> <div data-bbox="922 1554 1066 1588">Approved by</div> <div data-bbox="922 1621 1254 1650">Signed by: </div>

Fischbeker Reethen Starkregengefährdungsanalyse II

Starkregenmodellierung für das geplante
Neubaugebiet NF67

Erstellt für: IBA Hamburg
Vertreten durch: [REDACTED]
Adresse: Am Zollhafen 12
20539 Hamburg, Germany



DHI, November 2020

Projektmanager	[REDACTED]
Qualitätssicherung	[REDACTED]
Projektbearbeiter	[REDACTED]

Projektnummer	14805293
Revision	Final 2.0 - 04.01.2021
Einstufung	Eingeschränkt: Der Auftraggeber gestattet die Weitergabe dieses Dokumentes innerhalb der DHI-Gruppe; für eine Weitergabe außerhalb der DHI-Gruppe ist eine gesonderte vorherige Zustimmung des Auftraggebers erforderlich.

INHALT

1	Veranlassung.....	1
2	Bearbeitungskonzept.....	2
3	Grundlagendaten.....	4
4	Modellierung der Starkregengefahr	6
4.1	Hydrologisches Modell	6
4.1.1	Zweck und Ziel der hydrologischen Modellierung.....	6
4.1.2	Einsatz des hydrologischen Modells MIKE SHE.....	8
4.1.3	Ermittlung der Randbedingungen	9
4.1.4	Modellaufbau und Parametrisierung	10
4.1.5	Ergebnisse der Berechnungen	12
4.2	Hydrodynamisches Modell.....	15
4.2.1	Zweck und Ziel der hydrodynamischen Modellierung	15
4.2.2	Einsatz des hydrodynamischen Modells MIKE21 FM.....	15
4.2.3	Geländemodell und Berechnungsnetz	16
4.2.4	Ermittlung der Randbedingungen	18
5	Berechnungsergebnisse und Risikoanalyse.....	21
5.1	Überflutungsmechanismen	21
5.2	Risikoanalyse	23
5.2.1	Neuralgischer Punkt nördlich der Neuwulmstorfer Schulstraße	24
5.2.2	Neuralgischer Punkt an der Parkanlage Blau-Grünes Band	25
5.2.3	Neuralgischer Punkt östlich der Überquerung Rethenbek	26
5.2.4	Neuralgischer Punkt am Fischbeker Boulevard.....	27
5.2.5	Neuralgischer Punkt an der Gründerstraße und Gewerbestraße	28
6	Handlungsempfehlungen	29
6.1	Allgemeine Randbedingungen zu den Handlungsempfehlungen.....	29
6.2	Entwässerungskonzept	30
6.3	Empfohlene Maßnahmen	30
6.3.1	Schutz vor Außengebietswasser aus dem südlichen Einzugsgebiet (A)	32
6.3.2	Installation eines Warnpegels im südlichen Einzugsgebiet (B)	32
6.3.3	Maximierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Rethenbek, Vergrößerung der Durchlässe (C)	33
6.3.4	Schutz der Straßenräume und Evakuierungsrouten (D)	33
6.3.5	Schutz einzelner Objekte (E)	34
6.3.6	Kennzeichnung von lokalen Senken (F).....	35
6.3.7	Überlastung der Entwässerungsinfrastruktur vermeiden (G)	35
6.3.8	Dachbegrünung (H)	35
6.3.9	Informationsvorsorge (I)	35
6.3.10	Berücksichtigung der Starkregengefahr im Krisenmanagement-plan (J).....	36
6.3.11	Vorbeugende Verhaltensanpassungen (K)	36
6.3.12	Synergien zwischen Entwässerungskonzept und Starkregenvorsorge (K).....	36
6.4	Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen	37

7	Zusammenfassung.....	38
8	Literatur	39

ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1: Übersichtskarte Projektgebiet	2
Abbildung 2-1: Bearbeitungskonzept Starkregenanalyse Fischbeker Reethen	3
Abbildung 2-2: Modellschematik für die Starkregenanalyse	3
Abbildung 4-1: Übersichtskarte des oberflächigen Einzugsgebiets mit hinterlegten Geländehöhen.....	7
Abbildung 4-2: Modellsystem MIKE SHE mit Beschreibung der berechenbaren Wasserhaushaltskomponenten.....	8
Abbildung 4-3: Intensität der Niederschläge entsprechend der EULER2 Verteilung in 5- minütiger Auflösung.....	10
Abbildung 4-4: Landnutzungskarte (links) und Bodenübersichtskarte (rechts).....	11
Abbildung 4-5: Berechnete Wassertiefe für HQ_{Extrem} nach 40 min in der nördlichen Hälfte des EZG	13
Abbildung 4-6: Berechnete Wassertiefe für HQ_{Extrem} nach 130 min in der nördlichen Hälfte des EZG	14
Abbildung 4-7: Beispiel Modellnetz (Ausschnitt Rethenbek und angrenzende Flächen)	17
Abbildung 4-8: Landnutzung, Gebäudeumrisse und relevante Durchlässe im Projektgebiet	18
Abbildung 4-9: Durchlass der Rethenbek an der B73	19
Abbildung 4-10: Maßgebliche Zuflussganglinien (Außengebiet)	20
Abbildung 5-1: Schematische Darstellung der Überflutungsmechanismen	22
Abbildung 5-2: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (Tabelle 3 aus [2])	23
Abbildung 5-3: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (Tabelle 4 aus [2])	23
Abbildung 5-4: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) an der Neuwulmstorfer Schulstraße.....	24
Abbildung 5-5: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) an der Neuwulmstorfer Schulstraße.....	24
Abbildung 5-6: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) an der Parkanlage Blau-Grünes Band	25
Abbildung 5-7: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) an der Parkanlage Blau-Grünes Band.....	25
Abbildung 5-8: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) östlich der Überquerung Rethenbek	26
Abbildung 5-9: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) östlich der Überquerung Rethenbek.....	26
Abbildung 5-10: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) am Fischbeker Boulevard	27
Abbildung 5-11: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) am Fischbeker Boulevard	27
Abbildung 5-12: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) an der Gründerstraße und Gewerbestraße	28
Abbildung 5-13: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) an der Gründerstraße und Gewerbestraße	28
Abbildung 6-1: Übersicht und Verortung der technischen Handlungsempfehlungen	31
Abbildung 9-1: Kumulative Flüsse $HQ_{Seltene}$	1
Abbildung 9-2: Kumulative Flüsse $HQ_{Außergewöhnlich}$	1
Abbildung 9-3: Kumulative Flüsse HQ_{Extrem}	2
Abbildung 9-4: Effektivniederschlag für HQ_{Extrem} zum Zeitpunkt $T = 25$ min	2
Abbildung 9-5: Effektivniederschlag für HQ_{Extrem} zum Zeitpunkt $T = 50$ min.....	3

TABELLEN

Tabelle 3-1: Grundlagendaten	4
Tabelle 4-1: In MIKE SHE abgebildete hydrologische Prozesse und entsprechende numerische Ansätze.....	9
Tabelle 4-2: Untersuchte Niederschlagsereignisse	10
Tabelle 4-3: Kenngrößen aus der hydrologischen Modellierung für die hydrodynamische Modellierung	14
Tabelle 6-1: Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen.....	37

ANHANG

ANHANG A: Ergebnisse MIKE SHE Oberflächenabfluss

ANHANG B: Karten der Gefährdungsanalyse

1 Veranlassung

Im Mai 2018 waren die Hamburger Stadtteile Bergedorf und Lohbrügge von heftigen Regenfällen betroffen, welche zu erheblichen Sachschäden führten. In den anderen Stadtteilen war es trocken und es herrschte schönes und warmes Frühjahrswetter. Dies zeigt anschaulich, dass es gerade das lokale Auftreten und die sehr hohe Intensität sind, welche Starkregenereignisse auszeichnen. Mittlerweile sind bundesweit [1] und in Baden-Württemberg [2] verschiedene Leitfäden zum Umgang mit solchen Starkregenereignissen aus Sicht des Schutzes und der vorbeugenden Planung veröffentlicht worden.

Aus gegebenem Anlass fordert das für die Bebauung des Stadtteiles Neugraben-Fischbek verantwortliche Bezirksamt Harburg bei der Planung des Neubaugebietes Fischbeker Reethen (Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67) eine modellgestützte Starkregenanalyse. Bereits Ende 2019 bis Anfang 2020 wurde in diesem Kontext von der DHI WASY GmbH ein Modell für die Simulation von Starkregenereignissen aufgebaut und verschiedene Szenarien berechnet. In dieser Phase des Bauvorhabens waren die Geländehöhen noch nicht festgelegt, weswegen die Berechnungen nur auf einem indikativen Geländemodell beruhten.

Am 12.11.2020 erhielt die DHI WASY GmbH den Auftrag, eine hydraulische Gefährdungsanalyse für das geplante Neubaugebiet Fischbeker Reethen (NF67) basierend auf den aktuellen Planungsdaten durchzuführen. Bei dem Planungsgebiet NF67 handelt es sich um ein komplexes Areal am Übergang der Geest zur Marsch. Bei dem Neubauprojekt werden ca. 2.200 bis 2.300 Wohneinheiten und ein Gewerbegebiet mit über 9 ha Nettobauland sowie großzügige Grün- und Freiräume geplant.

Gemessen an der Größe und Bedeutung des Bauvorhabens wird eine belastungsabhängige Methode (Quantifizierung) gemäß [1] zur Verwendung als *Bewertungsgrundlage* für die weitere Planung angestrebt. Es handelt sich bei dem vorliegenden Gutachten um eine Risikobewertung und nicht um eine detaillierte Planung. Es wird darauf hingewiesen, dass auch bei einer fortgeschrittenen Planung entsprechende Unsicherheitsquellen nicht auszuschließen sind. Insbesondere der bedeutende Anteil des Außengebietszuflusses bei einem Starkregenszenario für das Untersuchungsgebiet kann, wie auch bei fast allen Starkregenanalysen in Baden-Württemberg¹, aufgrund der Eigenschaften eines Starkregenereignisses (sehr lokales Auftreten) in Kombination mit der Datenverfügbarkeit nicht kalibriert werden und zu einer Unterschätzung bzw. Überschätzung der berechneten Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten führen.

Im weiteren Projektverlauf wird für das Planungsgebiet eine auf den Berechnungsergebnissen basierende Risikoanalyse durchgeführt und Handlungsempfehlungen für eine Minimierung des Starkregenrisikos abgeleitet.

¹ Welche sich auf die für das Bundesland Baden-Württemberg flächendeckend zur Verfügung gestellten, aber nicht kalibrierten, Oberflächenabflusskennwerte (OAK) stützt

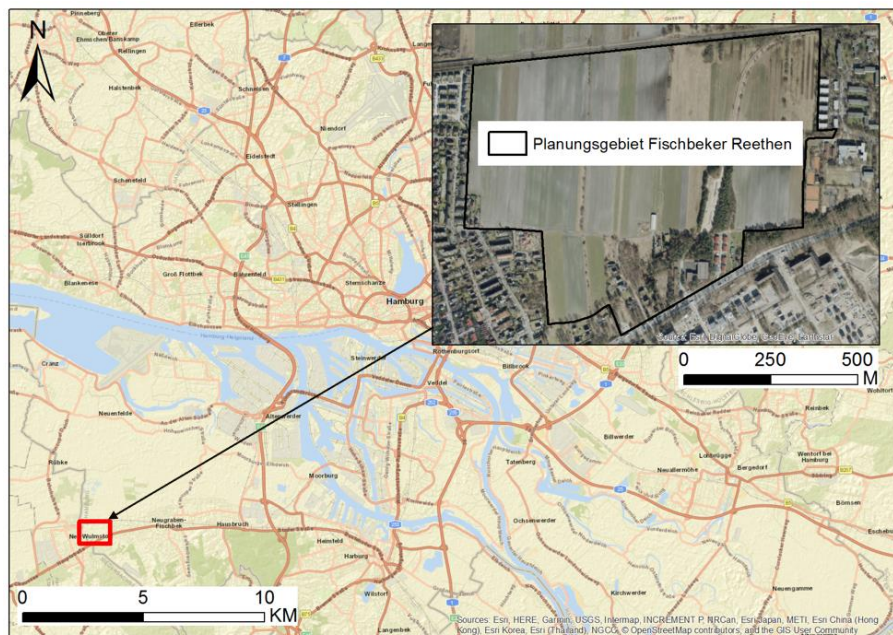


Abbildung 1-1: Übersichtskarte Projektgebiet

2 Bearbeitungskonzept

Das Bearbeitungskonzept wurde aufbauend auf den Empfehlungen des DWA-Merkblatts 119 [1] und des Leitfadens „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ [2] abgeleitet. Dabei wird bei diesem Projekt für die Hydraulik der detaillierte Ansatz einer vollständigen zweidimensionalen Oberflächen-Strömungsmodellierung verwendet. Eine integrierte Mitbetrachtung des Kanalnetzes ist unter Berücksichtigung der oben genannten Empfehlungen nicht vorgesehen. Da im Gegensatz zu Baden-Württemberg keine Oberflächenkennwerte für die Abflussbeschickung für Hamburg und Niedersachsen vorliegen, wurde in einem Expertengespräch am 20.12.2018 in Zusammenarbeit mit der Behörde für Umwelt und Energie (Wasser, Abwasser und Geologie) (BUE), Bezirksamt Harburg Abteilung Tiefbau - Wasserwirtschaft und der Auftraggeberin (AG) IBA Hamburg ein Konzept entwickelt, wie bei diesem Projekt mit den Randbedingungen umgegangen werden soll.

Im Ergebnis wurde entschieden, dass sowohl die Infiltrationsmengen als auch die Außengebietszuflüsse in einem genesteten Modell ermittelt werden sollen. Zu diesem Zweck wurden für das Projekt (1) ein hydrologisches Modell für das *Einzugsgebiet* und (2) ein hydraulisches Modell für das *Planungsgebiet* aufgebaut (Abbildung 2-1).

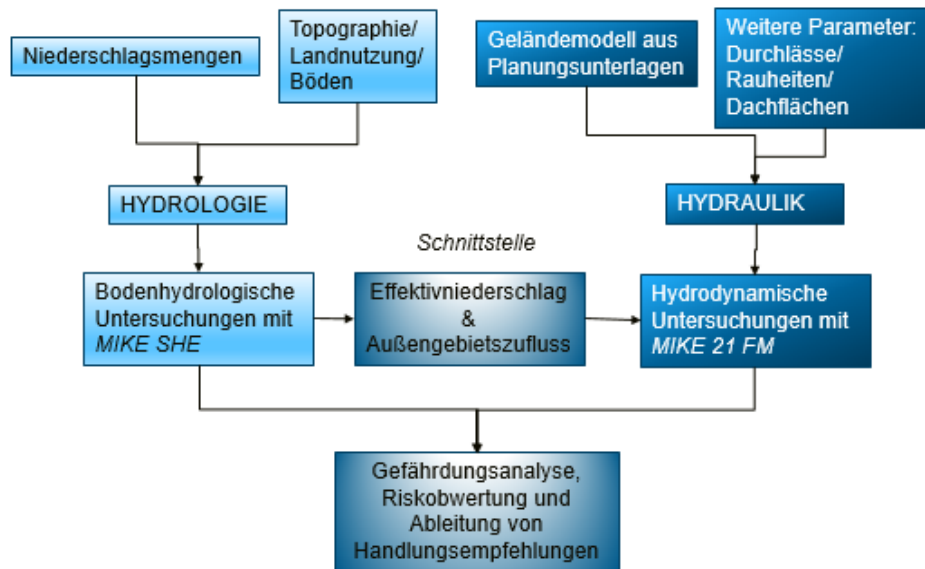


Abbildung 2-1: Bearbeitungskonzept Starkregenanalyse Fischbeker Reethen

Anhand des Bearbeitungskonzeptes wird für das Projektgebiet die folgende Modellschematik abgeleitet (Abbildung 2-2). Mit diesem Setup können sowohl der Niederschlag auf das Projektgebiet selbst als auch die Außengebietszuflüsse für die Starkregenanalyse ermittelt werden.

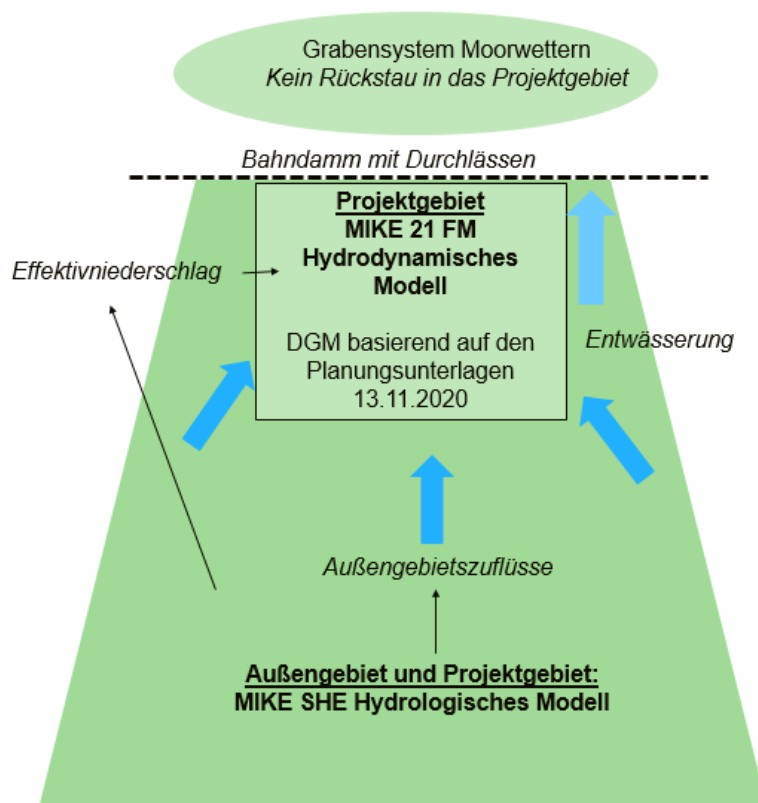


Abbildung 2-2: Modellschematik für die Starkregenanalyse

Mit diesem Bearbeitungskonzept konnten sämtliche für das Projekt relevanten Randbedingungen ermittelt und dann basierend auf der Auswertung der Modellergebnisse entsprechende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

3 Grundlagendaten

Für die Starkregenanalyse wurden dem AN folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt, beziehungsweise wurden von diesem recherchiert (Tabelle 3-1). Der Einflussbereich des Projektgebiets deckt die Bundesländer Hamburg und Niedersachsen ab, weswegen kein einheitlicher Datensatz für dieses Projekt zu Grunde lag.

Tabelle 3-1: Grundlagendaten

Daten	Kurzbeschreibung	Herkunft der Daten
DGM1 Hamburg	Geodatenportal Hamburg https://www.hamburg.de/bsw/geodaten/ Digitales Geländemodell der Freie und Hansestadt Hamburg, als rohe *.asc-Dateien verfügbar	Recherche AN
DGM1 Niedersachsen	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (https://www.lgln.niedersachsen.de) Kostenpflichtige Bestellung von einzelnen Kacheln	Recherche AN
Landnutzungsdaten Hamburg	Geodatenportal Hamburg https://www.hamburg.de/bsw/geodaten/ Daten der Freie und Hansestadt Hamburg *.xml-Dateien	Recherche AN
Landnutzungsdaten Niedersachsen	http://nibis.lbeg.de/cardomap3/ https://www.lbeg.niedersachsen.de/kartenserver/nibis-kartenserver-72321.html	Recherche AN
Bodendaten Hamburg	BUEK200 des BGR im Maßstab 1:200.000	Recherche AN
Bodendaten Niedersachsen	BK50 des Landes Niedersachsen im Maßstab 1:50.000, kostenpflichtige Bestellung beim Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)	Recherche AN
Niederschlagsdaten aus dem KOSTRA Atlas	Raster der Wiederkehrintervalle für Starkregen (Bemessungsniederschläge) in Deutschland (KOSTRA-DWD) auf http://www.dwd.de	Recherche AN

Daten	Kurzbeschreibung	Herkunft der Daten
Städtebauliche Entwicklung Sandbek West in Hamburg-Harburg: Grundlagenermittlung und Teile der Vorplanung, BWS GmbH	Erläuterungsbericht für die Ableitung verschiedener Randbedingungen und ingenieurtechnischen Annahmen	AG
Funktionsplan	NF67_Funktionsplan_1500_180827 CAD Zeichnung und *.pdf-Plan der Funktionsplanung	AG
Entwässerungsplanung	817-11-01.dwg CAD-Zeichnung Entwässerungsplanung	AG
Verkehrsplanung	CAD-Plan der Verkehrswege mit vereinzelt Geländepunkten	AG, Recherche AN
Digitales Geländemodell der Planung	DGM-Modellierung.DXF CAD-Plan mit 3D-Polylinien	IPROconsult GmbH
Lageplan der geplanten Durchlässe	NF67_EW_UELP.pdf Mit Angabe der hydraulisch relevanten Parameter	IPROconsult GmbH
Durchlass Rethenbek B73	Fotos und vereinfachtes Ausmaß	Ortsbegehung AN

4 Modellierung der Starkregengefahr

4.1 Hydrologisches Modell

Für die Ermittlung der Außengebietszuflüsse und Infiltrationsraten zur Bestimmung des effektiven Niederschlags für die hydrodynamischen Berechnungen im Projektgebiet wurde ein hydrologisches Modell mit der Software MIKE SHE aufgebaut und Berechnungen für die Bemessungsszenarien gemäß [2] durchgeführt. Dies war notwendig, weil im Gegensatz zu anderen Bundesländern (z.B. Baden-Württemberg) keine direkt in der hydrodynamischen Modellierung verwendbaren Oberflächenkennwerte in Hamburg und Niedersachsen zur Verfügung stehen.

4.1.1 Zweck und Ziel der hydrologischen Modellierung

Für die Starkregenmodellierung sind die beiden Eingangsgrößen der Zuflussganglinien an den Rändern in das Planungsgebiet hinein (Außengebietszufluss) und des effektiven Niederschlags innerhalb des Projektgebiets² und im Außenbereich³ erforderlich.

Außengebietszufluss

Aufbauend auf den Vorarbeiten der hydrologischen Analysen, im Zuge derer auf Basis des DGM5 die maßgebenden Fließpfade ermittelt wurden, wurde die Zuflussganglinie der Rethenbek als Hauptvorfluter für das südlich angrenzende Einzugsgebiet (EZG) identifiziert. Das EZG hat eine Fläche von ca. 8,65 km² und weist eine von Süden nach Norden längliche Geometrie auf. Zusammen mit der vergleichsweise steilen Topografie (mittleres Gefälle von rd. 2%⁴) führen diese Eigenschaften zu sehr schnellen Fließprozessen im Einzugsgebiet, verbunden mit spitzen Abflussganglinien bei intensiven Starkregenereignissen. Der sich im östlichen EZG bildende Oberflächenabfluss fließt durch das Gebiet Röttiger Kaserne östlich und außerhalb des Planungsgebiets ab, sodass ausschließlich die Abflusskurve der Rethenbek für die vorliegende Untersuchung von Interesse ist.

Effektiv-Niederschlag

Der effektive Niederschlag resultiert vereinfacht aus der Differenz von Gesamtniederschlag minus Interzeption und minus der Infiltration in nicht versiegelte Böden.

$$N_{eff} = N - Int - Inf$$

Um die Infiltrationsprozesse ausreichend genau abbilden zu können, wird in der Praxis auf empirische/analytische Ansätze oder modelltechnische Anwendungen zurückgegriffen. In beiden Fällen sind Informationen über die hydraulischen Eigenschaften des Bodens und der vorherrschenden Flurabstände notwendig.

² Zu Beurteilung der Gefährdung im Planungsgebiet

³ Zur Ableitung von Maßnahmen/Handlungsempfehlungen

⁴ Höhenunterschied von rd. 100 m über eine Länge von ca. 5,4 km

Im Projektgebiet gibt es keine Kalibrierpegel und der Abfluss in das Projektgebiet kann aufgrund des Durchlasses am Straßendamm B73 (Cuxhavener Straße) nicht ungestört erfasst werden. Deswegen kann der vereinfachte Ansatz einer auf Literatur- und Erfahrungswerten basierenden und später auf Basis von gemessenen Werten kalibrierten Abflusskoeffizienten (Verhältnis Effektivniederschlag/Gesamtniederschlag) nicht verwendet werden.

Für die Ermittlung des Effektiv-Niederschlags im Projektgebiet und der Zuflusskurve in die Rethenbek muss deshalb ein physikalisch basierter Ansatz angewendet werden, der ohne eine detaillierte Kalibrierung annähernd plausible Ergebnisse liefert.

Beide Parameter (Außengebietszufluss und Effektivniederschlag) werden in der anschließenden hydrodynamischen Modellierung verwendet (Kapitel 4.2). Das hydrologische Modell selbst liefert aber auch bereits eigenständig wichtige Erkenntnisse zum Starkregen am Fischbeker Reethen und den Außengebieten, auch im Hinblick auf die abzuleitenden Handlungsempfehlungen (Kapitel 6).

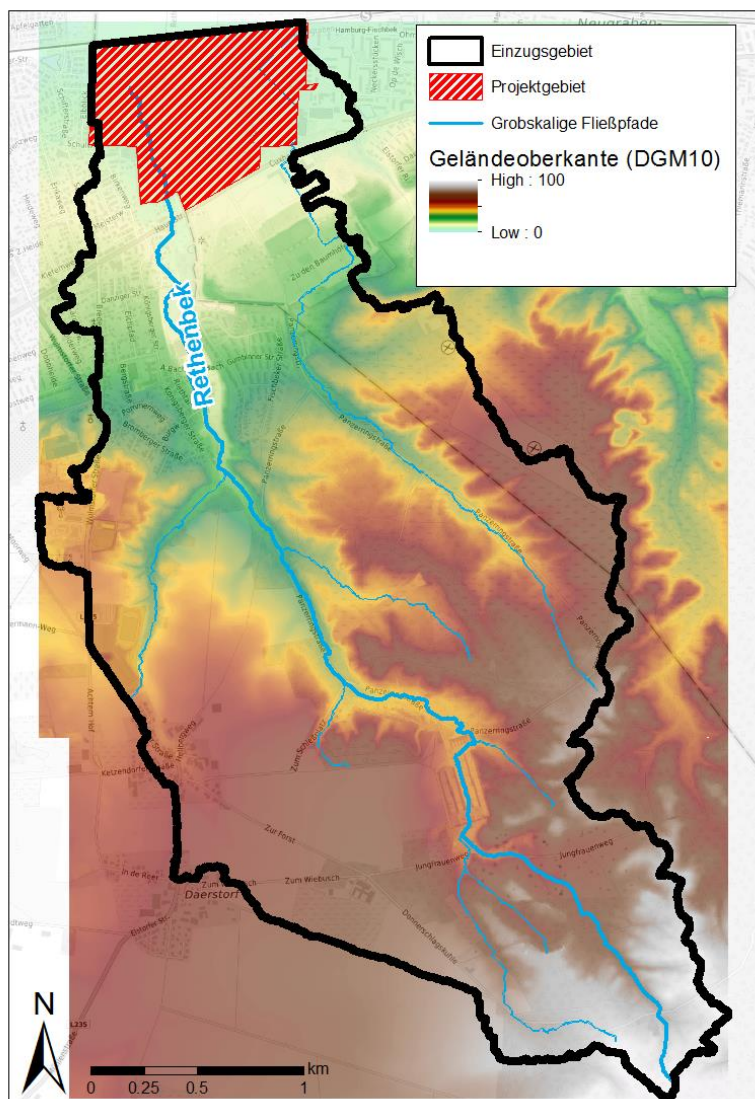


Abbildung 4-1: Übersichtskarte des oberflächigen Einzugsgebiets mit hinterlegten Geländehöhen

4.1.2 Einsatz des hydrologischen Modells MIKE SHE

MIKE SHE ist ein rasterbasiertes Wasserhaushaltsmodell, das alle Kompartimente des Wasserkreislaufs physikalisch berechnen kann. Eine besondere Stärke des Modells ist die Leistungsfähigkeit bei einer flächendeckend hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung. Ein weiterer großer Vorteil des integrierten Modellsystems besteht darin, dass das Grundwasser im Modell als Teil des Wasserhaushalts verstanden wird und somit eine direkte Verbindung zwischen dem Grundwasser und den hydrologischen Komponenten erfolgt. MIKE SHE gehört zu den sogenannten „White Box“ Modellen. Dies bedeutet, dass das Programm im Gegensatz zu konzeptionellen Niederschlag-Abfluss-Modellen nahezu physikalisch, d.h. auf realen Prozessen basierend, rechnet. Dadurch können auch Gebiete mit wenigen gemessenen Daten realitätsnah abgebildet werden. MIKE SHE ist ein anerkanntes Modellsystem, das seit 50 Jahren existiert und kontinuierlich weiterentwickelt wird. Entsprechend häufig wurde es in zahlreichen Projekten erfolgreich genutzt. Das Programm ist auch in der Lage, Oberflächenabflüsse räumlich verteilt mit einem Diffuse Wellen Ansatz (ohne Impulssatz) zu berechnen⁵. Dadurch kann für die hydrologischen Berechnungen eine zusätzliche Kopplung (Übergabe von Austauschgrößen) zweier separater Modelle vermieden werden.

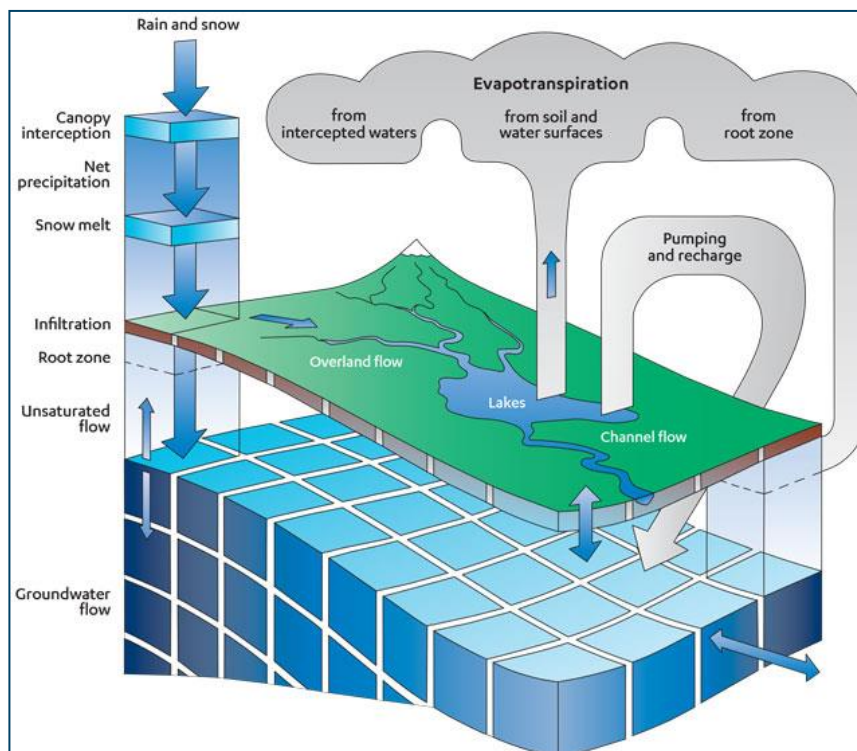


Abbildung 4-2: Modellsystem MIKE SHE mit Beschreibung der berechenbaren Wasserhaushaltskomponenten

In Tabelle 4-1 wird zusammenfassend auf der Berechnungsansatz von MIKE SHE aufgelistet, um die Eignung des Modells für die vorliegende Fragestellung zu unterstreichen.

⁵ Der Oberflächenabfluss für das Projektgebiet wird anschließend detaillierter mit dem hydraulischen Modell MIKE21 FM berechnet

Tabelle 4-1: In MIKE SHE abgebildete hydrologische Prozesse und entsprechende numerische Ansätze

Prozess	Numerischer Ansatz
Niederschlag	1-dimensional (Zeitreihen) oder räumlich zeitlich (z.B. Niederschlagsradar)
Schneesmelze	Tag-Grad-Verfahren
Oberflächenabfluss	2-dimensional mit der Flachwassergleichung als Diffusive Welle 1-dimensional Saint-Venant-Gleichungen
Infiltration und ungesättigte Bodenzone	1-dimensional Richards-Gleichung
Aktuelle Transpiration und Evaporation	Kristensen & Jensen
Landnutzung, Bewässerung	2-dimensional unter Berücksichtigung des zeitabhängigen Blattflächenindex und der Wurzeltiefe
Gesättigte Zone	3-dimensionale Darcy Gleichung (vgl. MODFLOW); Particle Tracking (Vor- und Rückwärts)
Stofftransport	Advektion-Dispersion für alle Module

4.1.3 Ermittlung der Randbedingungen

Die einzige benötigte Eingangsgröße in das hydrologische Modell ist der Niederschlag. Gemäß [2] und nach Stand der Technik werden für die vorliegende Untersuchung die Niederschlagsereignisse aus dem KOSTRA Atlas mit den Jährlichkeiten HQ_{30} ⁶ und HQ_{100} ⁷ für die Dauerstufe von 60 Minuten verwendet. Für die Untersuchung von Starkregenereignissen in Einzugsgebieten mit einer Größe von weniger als 10 km² sind die Ereignisse mit einer Dauer von 1 Stunde erfahrungsgemäß maßgebend. In Anlehnung an den Leitfaden zur Starkregenmodellierung des Landes Baden-Württemberg [2] wird zusätzlich ein extremes Ereignis betrachtet, welches nachfolgend als HQ_{Extrem} bezeichnet wird. In Abstimmung mit dem BUE Hamburg (E-Mail vom 01.02.2019) wurde aufbauend auf den Untersuchungen von HAMBURG WASSER für das außergewöhnliche Ereignis eine Niederschlagsintensität von 64 mm/h angesetzt. Zusammenfassend

⁶ In Kombination mit den bodenhydrologischen Eigenschaften gemäß [2] ein HQ_{Selten}

⁷ In Kombination mit den bodenhydrologischen Eigenschaften gemäß [2] ein $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$

werden für die Untersuchungen also folgende Intensitäten zu Grunde gelegt (Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Untersuchte Niederschlagsereignisse

Ereignis	Häufigkeit; Bezeichnung HQ _x	Jährlichkeit [Jahre]	Dauer [min]	Niederschlagsintensität [mm/h]
HQ ₃₀	selten	30	60	39
HQ ₁₀₀	außergewöhnlich	100		48
HQ _{Extrem}	extrem	> 300 (geschätzt)		64

Für die Verteilung dieser Niederschlagsintensität findet die sogenannte EULER2-Methode in der vorliegenden Untersuchung Anwendung. Diese zeichnet sich durch eine ausgeprägte Niederschlagspitze aus, wodurch der Niederschlagsverlauf einer konvektiven Niederschlagszelle gut repräsentiert wird. Im Vergleich zu einem Blockregen wird durch die Niederschlagspitze der Oberflächenabfluss konservativ berechnet. Die hieraus resultierenden Niederschlagsverteilungen sind in Abbildung 4-3 veranschaulicht.

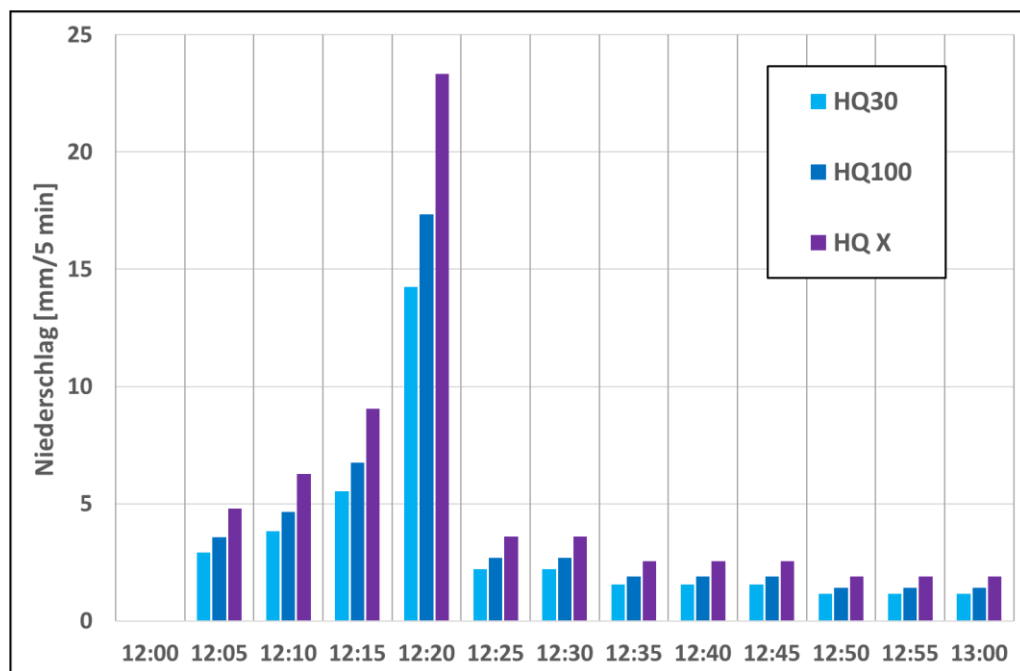


Abbildung 4-3: Intensität der Niederschläge entsprechend der EULER2 Verteilung in 5-minütiger Auflösung

4.1.4 Modellaufbau und Parametrisierung

Die räumlich diskretisierte Modelloberfläche wurde auf der Basis von Geländedaten aus Hamburg und Niedersachsen (Tabelle 3-1) zusammengestellt. Für die hydrologischen Berechnungen wurde das DGM1 zu einem DGM10 (10x10 m Auflösung) aggregiert. Fließhindernisse, welche zu einer Verfälschung des Oberflächenabflusses geführt hätten (z.B. Brücken und Überquerungen),

wurden im DGM korrigiert. Als topographisch besonders relevant gilt der Straßendamm der B73 (Cuxhavener Straße), der das Planungsgebiet vom oberen Einzugsgebiet trennt. Die restlichen für die Oberflächenabflussbildung wichtigen Parameter wurden anhand der Landnutzungskarte und der Bodenkarte (Maßstab 1:50.000 / 1:200.000) abgeleitet (Tabelle 3-1). Die beiden den Berechnungen zugrunde liegenden Zuordnungen sind in Abbildung 4-4 dargestellt.

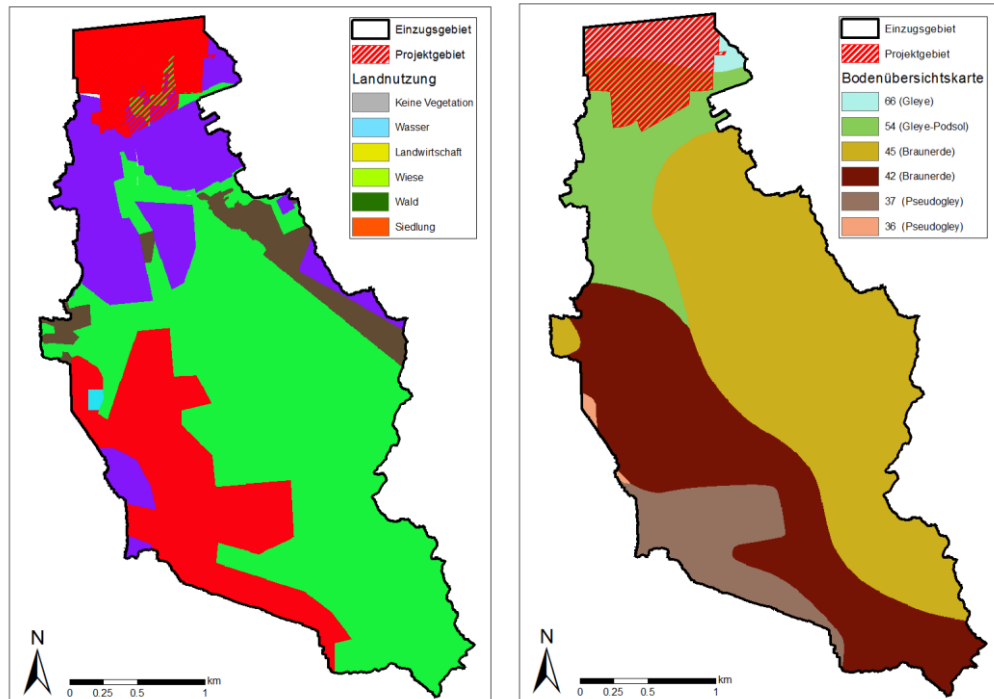


Abbildung 4-4: Landnutzungskarte (links) und Bodenübersichtskarte (rechts)

Anhand der Bodentypen wurden die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) frei verfügbaren Boden-Leitprofile verwendet, um die hydraulischen Leitfähigkeiten abzuleiten. Die Übertragung nach MIKE SHE erfolgt anhand der Bodenkundlichen Kartieranleitung [5] und der Van Genuchten Parameter, die mit Hilfe der Rosetta-Datenbank [6] parametrisiert wurden. Hiermit wurde die Infiltration physikalisch 1-dimensional mittels der Richard Gleichung im Modell berechnet. Auf eine Verschlammung wurde in Anlehnung an [2] aufgrund der örtlichen Kenntnisse (sandige Böden) verzichtet.

Anhand der Flächennutzung können vegetationsspezifische Parameter, die für die Berechnung der Interzeption (= Retention von Niederschlag durch Vegetation) notwendig sind, und Versiegelungsgrade abgeleitet werden. Für die vegetationsspezifischen Eingangsdaten (LAI und Wurzeltiefe) werden die auf Monatswerten basierenden WASIM-Zeitreihen verwendet [7]. Auf den versiegelten Flächen, wie Straßen und gepflasterten Verkehrswegen als Teil der Planungen im Projektgebiet, wurde die Infiltration mit einem sehr niedrigen Leakage-Beiwert von 10^{-8} 1/s deaktiviert. Im Bereich von Mischbebauung, wie Siedlungsflächen mit lockerer Bebauungsdichte und Grünflächen wurde ein Leakage-Beiwert von 10^{-5} 1/s angesetzt. Innerhalb von Grünflächen und bewachsenen Zonen wurde eine geringe Hemmung der Infiltration mit einem Leakage-Beiwert von 10^{-4} 1/s angenommen, so dass die Wirkung von Oberboden und Deckschichten berücksichtigt wird. Für das untersuchte Gebiet waren zum Zeitpunkt der Analyse keine Leakage-Beiwerte vorhanden. Die verwendeten Werte beruhen auf der

Erfahrung vorheriger MIKE SHE Projekte bei DHI und stellen Einstiegswerte dar, welche sich in fachlich ähnlich gelagerten Untersuchungen bewährt haben.

Als untere Randbedingung für das Grundwasser in der gesättigten Zone wurden die Isolinien der HUEK 200 verwendet und im zentralen Projektgebiet anhand der Isolinien für den Bemessungsgrundwasserstand aus dem Erläuterungsbericht der BWS GmbH (Tabelle 3-1) angepasst.

4.1.5 Ergebnisse der Berechnungen

Mit dem Modell wurden anhand der Niederschlagsszenarien zunächst der Oberflächenabfluss für die Bemessungsereignisse HQ_{Selten} , $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$ und HQ_{Extrem} ermittelt. Es wird erneut darauf hingewiesen, dass die Datengrundlage eine Kalibrierung des hydrologischen Modells nicht zugelassen hat.

Die MIKE SHE Berechnungen zeigen, dass der maßgebliche Anteil des Außengebietsabflusses sich in einer topographischen Senke zwischen dem Stadtteil Neu Wulmstorf (Niedersachsen) und dem Neubaugebiet Fischbeker Heidbrook (Hamburg) südlich des Durchlasses der Rethenbek an der B73 sammelt und die Zugangsroute zu dem Planungsgebiet fast ausschließlich über dieses Nadelöhr erfolgt (siehe auch Kapitel 0).

Mit dem Modell wurden ebenfalls die Effektivniederschläge für das Projektgebiet berechnet. Diese werden in ihrer zeitlichen Abfolge in kumulativen Flüssen (Anhang A.1) in das hydrodynamische Modell (Kapitel 3.2) eingespeist. Beispiele einer flächigen Darstellung sind Anhang A.2 zu entnehmen.

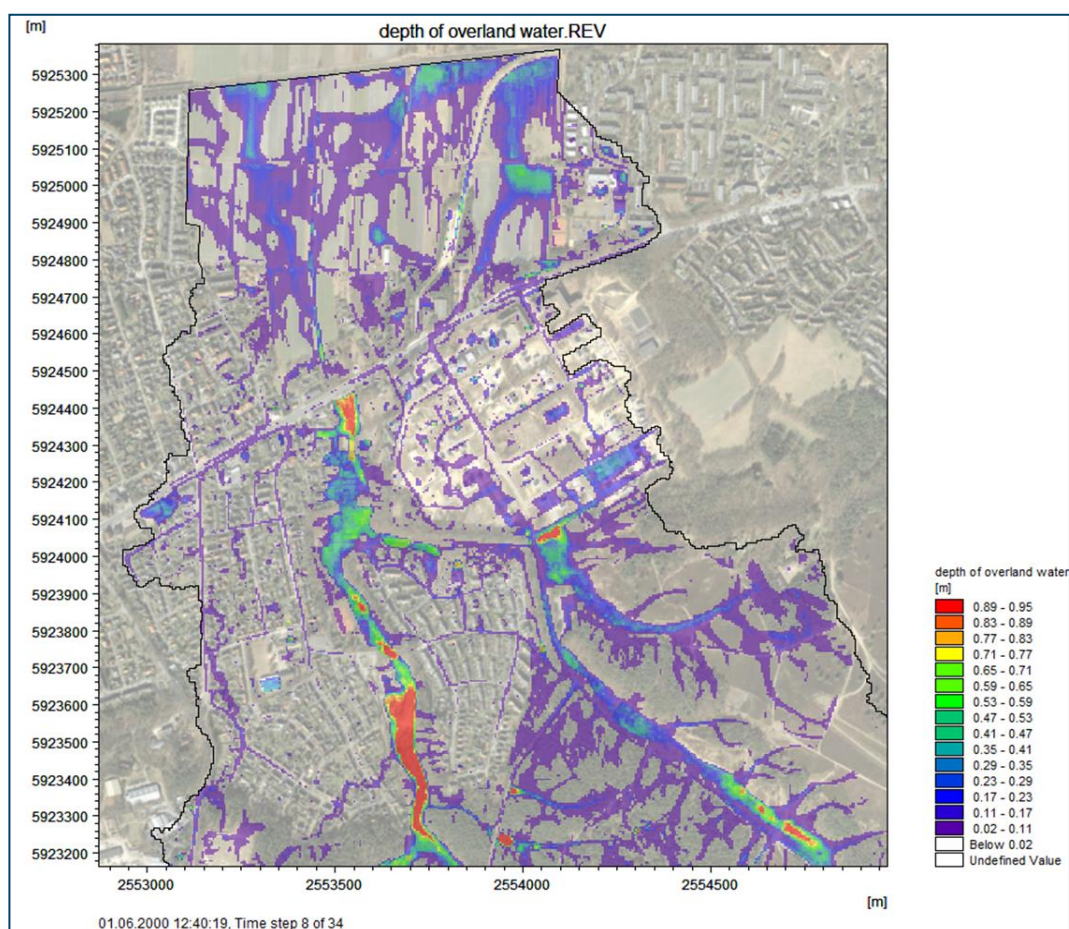


Abbildung 4-5: Berechnete Wassertiefe für HQ_{Extrem} nach 40 min in der nördlichen Hälfte des EZG

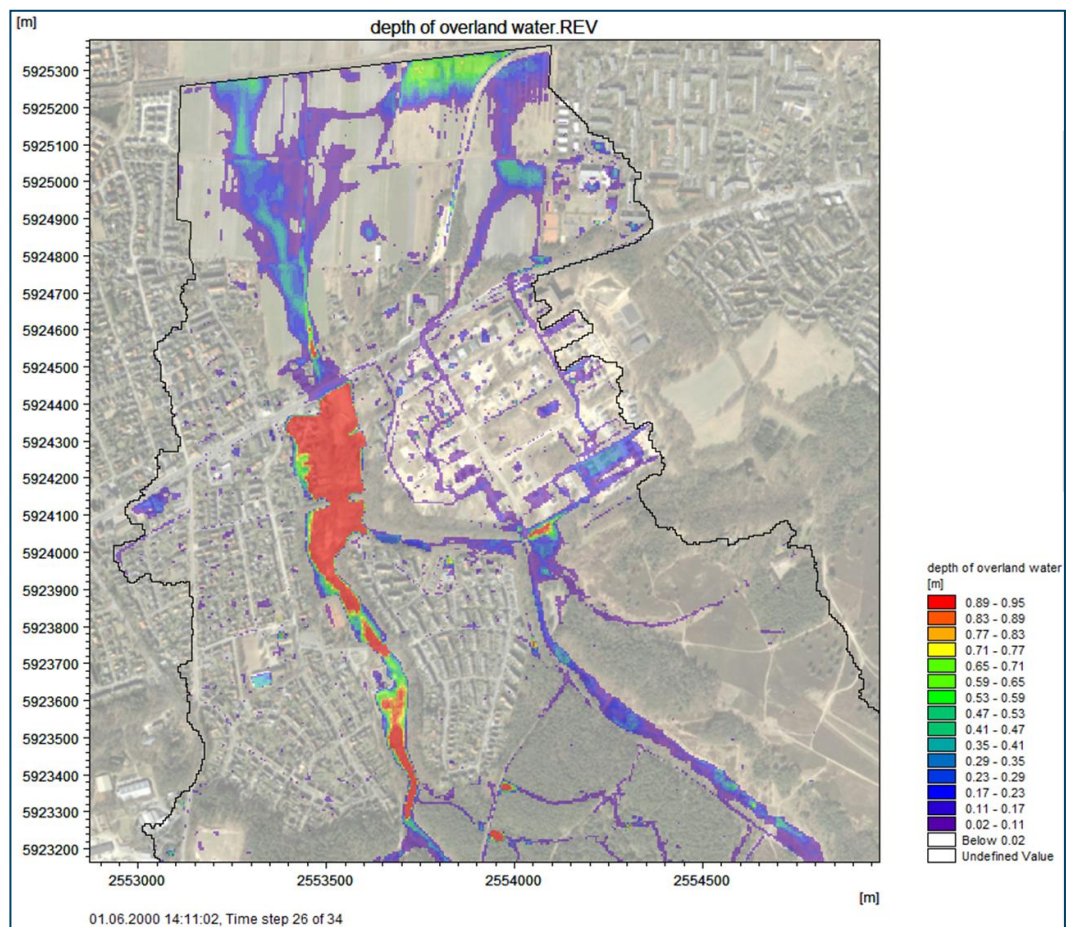


Abbildung 4-6: Berechnete Wassertiefe für HQ_{Extrem} nach 130 min in der nördlichen Hälfte des EZG

Zusammenfassend wurden mit dem hydrologischen Modell MIKE SHE die in Tabelle 4-3 aufgezeigten Kenngrößen ermittelt.

Tabelle 4-3: Kenngrößen aus der hydrologischen Modellierung für die hydrodynamische Modellierung

Bemessungsereignis	Abflussbeiwert ⁸
HQ_{Selten}	0,85
$HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$	0,86
HQ_{Extrem}	0,87

⁸ Die Abflussbeiwerte wurden auf Basis der MIKE SHE Ergebnisse ermittelt: Oberflächenabfluss [Vol] / Gefallener Niederschlag [Vol]

4.2 Hydrodynamisches Modell

Mit dem hydrodynamischen Modell werden die in Kapitel 4.1 mit dem hydrologischen Modell ermittelten Randbedingungen angesetzt und die Wassertiefen und Fließwege innerhalb des Projektgebiets mit dem Ziel einer Gefährdungsanalyse berechnet.

4.2.1 Zweck und Ziel der hydrodynamischen Modellierung

Innerhalb des Projektgebiets wurden die Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell simuliert. In dem Modell fanden die Berechnungsergebnisse der hydrologischen Modellierung für die Bemessungsereignisse HQ_{Selten} , $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$ und HQ_{Extrem} mit den entsprechenden Zuflüssen aus den Außengebieten und dem effektiven Niederschlag als Eingangsgrößen Berücksichtigung. Das Modell ist in der Lage, den zeitlichen Verlauf der aus einem Starkregenereignis resultierenden Abflussschwelle zu simulieren. Neben den maximalen Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen, sowie den finalen Fließwegen können demnach auch zeitliche Komponenten wie Überflutungsdauern hinsichtlich einer Beurteilung der Gefährdung und Ableitung von Handlungsempfehlungen herangezogen werden.

4.2.2 Einsatz des hydrodynamischen Modells MIKE21 FM

Das hydrodynamische Softwaremodul MIKE 21 FM für freie Oberflächengewässer basiert auf einem 2-dimensionalen tiefenintegrierten Ansatz (Flachwassergleichungen). Zur Berechnung der hydrodynamischen Prozesse werden in den Gleichungen folgende Einflüsse berücksichtigt:

- Turbulente Diffusion, Advektion und Dispersion
- Variable Bathymetrie und Sohlrauheiten
- Überflutung und Trockenfallen von benästen Bereichen
- Einfluss von Zuflüssen und Rückgabebauwerken
- Quellen und Senken (Massen- und Impulserhaltung)

Demnach wird die vollständige dynamische Welle in den Berechnungen berücksichtigt, was dem Stand der Technik für die hydraulische Modellierung von oberflächigen Strömungsprozessen entspricht. Für die Abbildung des Fließwiderstandes im Flussschlauch und auf dem Vorland kann im HD-Modell zwischen den empirischen Ansätzen des Chézy-Koeffizienten C und dem Manning-Strickler-Beiwert K_{St} gewählt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden K_{St} -Werte [$m^{1/3}s^{-1}$] räumlich differenziert in Abhängigkeit der Landnutzung (Abbildung 4-8) angesetzt.

Die Wirbelviskositäten ν_t wurden als zeitveränderliche Funktion der lokalen Gradienten der Strömungsgeschwindigkeiten (Ansatz nach Smagorinsky) angegeben.

4.2.3 Geländemodell und Berechnungsnetz

4.2.3.1 Hydraulisches Geländemodell

Das hydraulische digitale Geländemodell (DGM) des Planungszustandes stellt die wichtigste Randbedingung für die hydrodynamische Berechnung bei Starkregenereignissen dar. Es wurde auf Basis von zwei Datensätzen erstellt:

- Dreidimensionales CAD-Modell des Planungsgebietes ((Tabelle 3-1) (Planungsbereich)
- DGM1 Hamburg (Tabelle 3-1) (Randbereiche)

Das hydraulische DGM wurde unter Berücksichtigung der Bruchkanten und Geländehöhen als Triangulated Irregular Network (TIN) im ESRI-Format erstellt. Gebäudekörper wurden dabei entfernt – sie werden anhand eines gesonderten Verfahrens (siehe unten) in den hydraulischen Berechnungen berücksichtigt.

4.2.3.2 Modellnetz

Das Modellnetz für den Finite-Volumen-Ansatz wurde entsprechend der Bruchkanten aus den Planungen der Straßen und vorgegebenen Höhen aus dem Lageplan des Oberflächenentwässerungskonzepts entwickelt.

Beim Modellnetz handelt es sich um ein so genanntes flexibles Netz (Flexible Mesh – FM), d.h. die einzelnen Elemente sind je nach Diskretisierung unterschiedlich groß und können nach den Vorgaben des Modellierers angepasst werden. Es besteht die Möglichkeit, die Vermaschung des Netzes anhand von triangulären oder quadrangulären Elementen durchzuführen. Eine Kombination beider Formen ist auch umsetzbar. In diesem Modell wurden die Verkehrswege und die Rethenbek als Rechteckelemente abgebildet, um das Fließverhalten dort besser abbilden zu können. Ein Beispiel der Vermaschung für das 2D-Berechnungsnetz ist Abbildung 4-7 zu entnehmen.

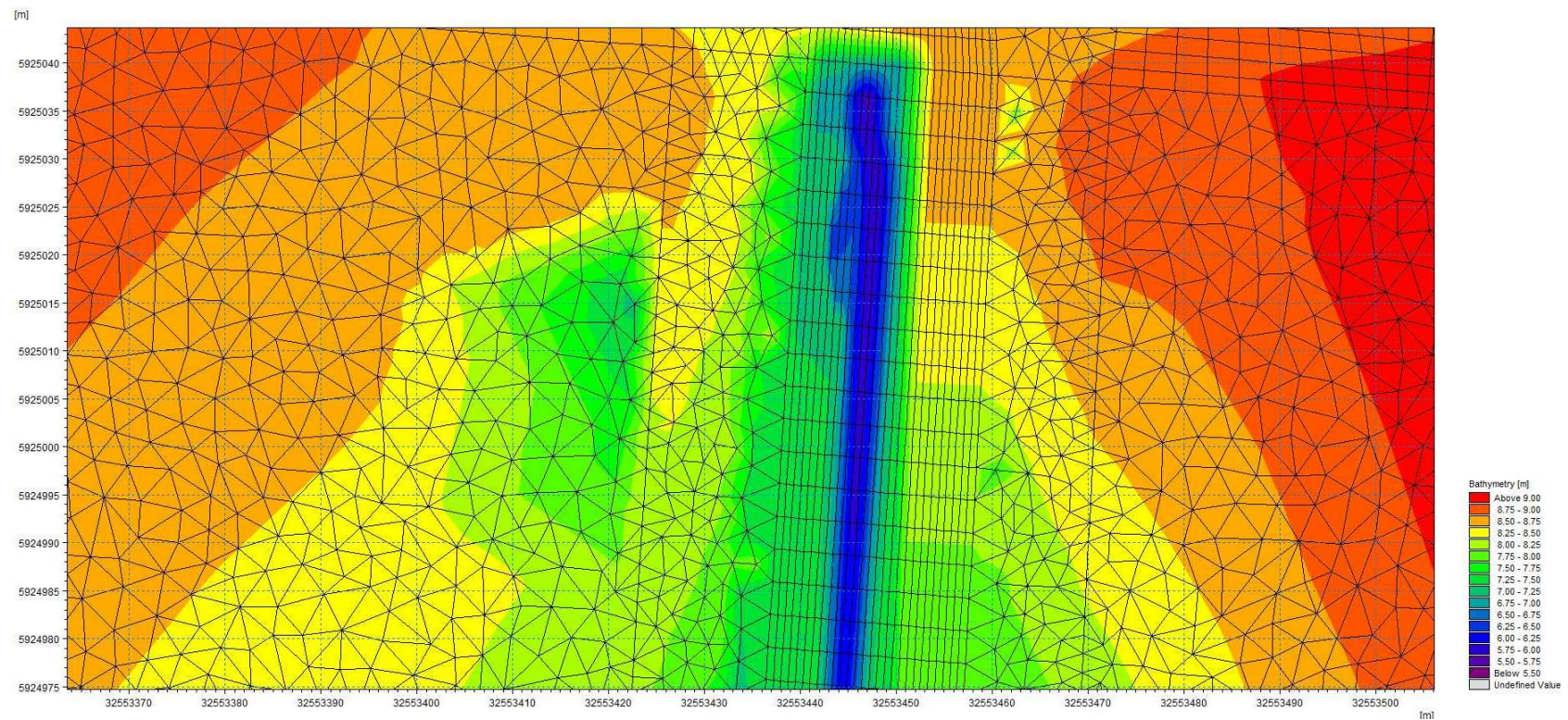


Abbildung 4-7: Beispiel Modellnetz (Ausschnitt Reethenbek und angrenzende Flächen)

4.2.4 Ermittlung der Randbedingungen

Neben den Geländehöhen und der Modellnetzdiskretisierung sind weitere Arbeitsschritte für die Bestimmung entsprechender Randbedingungen für die Modellberechnungen erforderlich.

4.2.4.1 Rauheiten, Gebäudeumrisse und Durchlässe

- Für die Belegung der Rauheiten (Fließwiderstände) wurden Manning-Strickler Beiwerte unter der räumlich differenzierten Berücksichtigung entsprechender Landnutzungskategorien verwendet (Abbildung 4-8). Es wurden KSt-Werte zwischen 15 (Wald) und 40 (Verkehrswege) $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ angesetzt.
- Gebäude (Abbildung 4-8) wurden als nicht durchströmbare Bauwerke modelltechnisch umgesetzt. Dabei wird der flächige Niederschlag für die Dachflächen (Kapitel 4.2.4.2) an die Dachränder abgeleitet und anhand einer Wehrfunktion an die umliegenden Modellelemente verteilt. Die gesonderte Berücksichtigung begrünter Dachflächen ist in Kapitel 4.2.4.2 beschrieben.
- Durchlässe mit einem Durchmesser $> 0,5 \text{ m}$ wurden in das hydraulische Modell eingepflegt. Kleinere Durchlässe wurden gem. [2] als verlegt betrachtet. Durch den Einbau der entsprechenden Parameter gemäß Planung (Tabelle 3-1) wurde der hydraulische Einfluss der Durchlässe auf das Strömungsverhalten (Fließverluste durch Einschnürung und Aufweitung) in den Simulationen mit aufgenommen. Dabei wurde die lichte Öffnung, der Fließwiderstand, die Sohlhöhen des Ein- und Auslaufs und die Länge der Bauwerke im Modell-Setup angesetzt. Eine Übersicht der angesetzten Durchlässe ist Abbildung 4-8 zu entnehmen.

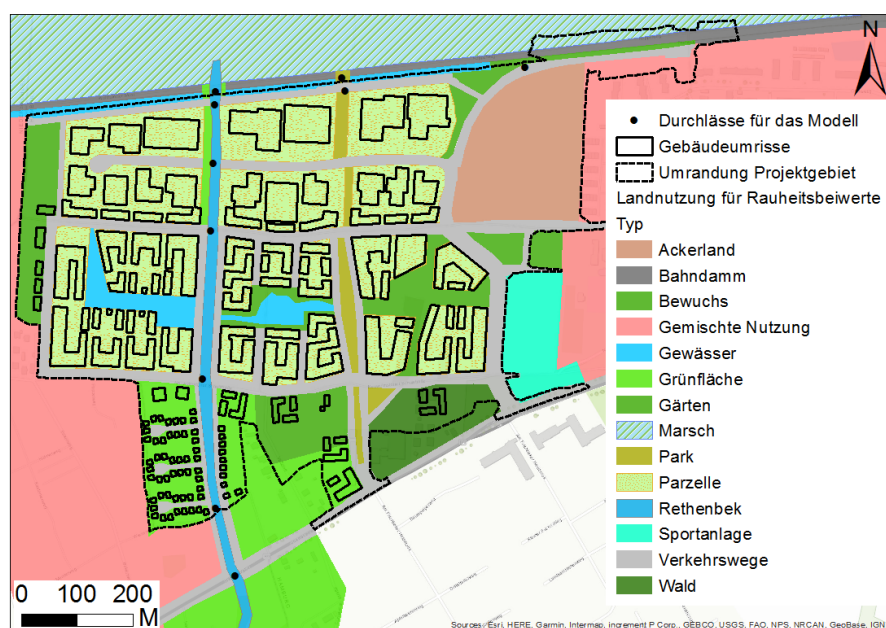


Abbildung 4-8: Landnutzung, Gebäudeumrisse und relevante Durchlässe im Projektgebiet

4.2.4.2 Niederschlag und Außengebietszuflüsse

Der *Gebietsniederschlag* für das Planungsgebiet wurde gemäß der in Kapitel 4.1.1 und Kapitel 4.1.3 beschriebenen Methodik als räumlich und zeitlich verteilter Effektivniederschlag angesetzt. In Abstimmung mit dem AG wurde für die Dachflächen angenommen, dass der HQ_{30} -Niederschlag aufgenommen werden kann und erst verzögert an die angrenzenden Flächen abgegeben wird. Das bedeutet, dass für die Berechnungen des Lastfalls HQ_{Selten} kein Direktniederschlag für Dachflächen im Planungsgebiet angesetzt wurde. Bei $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$ und HQ_{Extrem} wurde der HQ_{30} -Niederschlag für diese Flächen bei der Zuweisung der Randbedingungen abgezogen, und der Überschuss wird auf die angrenzenden Flächen als abflusswirksam abgeschlagen.

Der *Außengebietszufluss* der MIKE SHE Berechnungen (Kapitel 4.1.5) wurde für den Talraum der Rethenbek unmittelbar südlich des Durchlasses an der B73 angesetzt. Der Durchlass an der B73 (Abbildung 4-9) ist das Verbindungselement zwischen Außen- und Planungsgebiet und hat eine Länge von 42 m. Die lichte Öffnung hat ein Aufmaß von 3,2 m (Breite) x 1,22 m (Höhe). Durch den entsprechenden Einstau des Durchlasses und die Retentionswirkung des südlichen Talraums wird die Zuflusswelle abgedämpft. In Abbildung 4-10 sind die nördlich des Auslaufs auftretenden, für die Starkregenanalyse des Planungsgebietes maßgeblichen Hochwasserwellen dargestellt.



Abbildung 4-9: Durchlass der Rethenbek an der B73

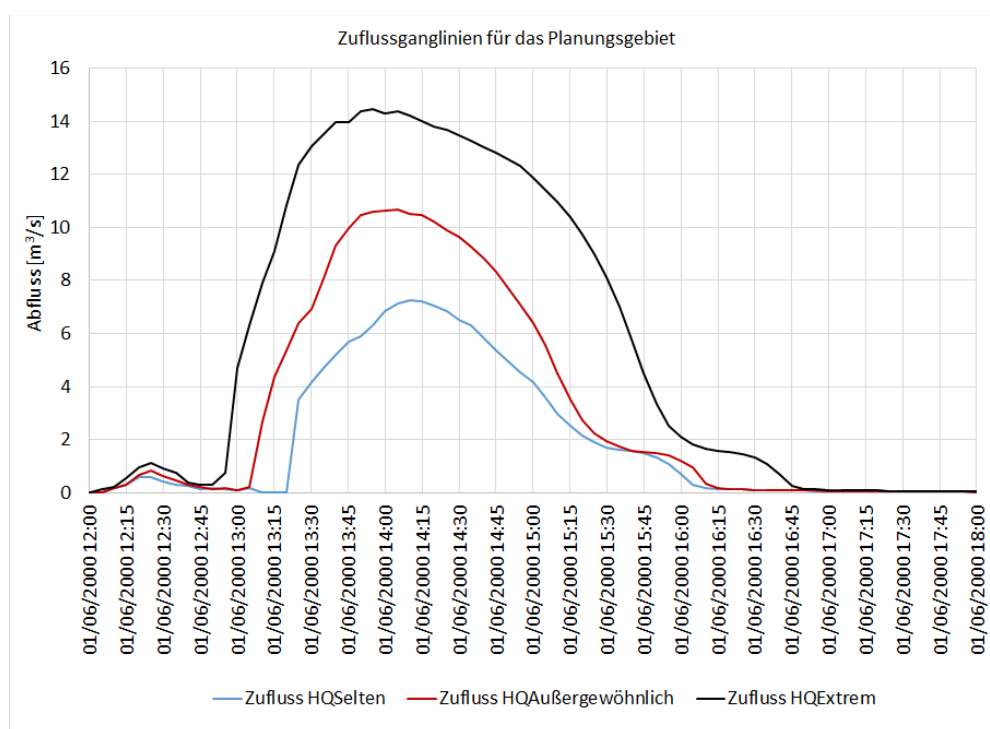


Abbildung 4-10: Maßgebliche Zuflussganglinien (Außengebiet)

5 Berechnungsergebnisse und Risikoanalyse

In folgendem Kapitel werden die Modellergebnisse erläutert, die Überflutungsmechanismen beschrieben und für die neuralgischen Punkte das Starkregenrisiko bewertet. Die Berechnungsergebnisse sind anhand der maximalen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten in A3-Karten (Anhang B) dargestellt. In der Legende werden dabei die in [2] empfohlenen Abstufungen berücksichtigt (Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3). In dem vorliegenden Bericht wurden die neuralgischen Punkte, welche nach Einschätzung der DHI WASY das höchste Gefahrenpotenzial bürden, ausgearbeitet. Es wird an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei Starkregenereignissen um extreme hydrologische Situationen handelt, welche sich grundsätzlich von gängigen Überflutungssituationen unterscheiden.

5.1 Überflutungsmechanismen

Das Starkregenereignis (effektiver Niederschlag) wurde für eine Dauer von einer Stunde angesetzt. Durch die Hochwasserwelle der Außengebiete (Abbildung 4-10) wurde unter Berücksichtigung der Nachlaufzeit eine Simulationszeit von 4 Stunden verwendet.

Das Projektgebiet selbst ist aufgrund des Entwässerungskonzepts größtenteils auch auf die Abwehr der Starkregengefahr ausgelegt. Die Nutzung der Straßenräume zum Rückhalt und Ableitung von Starkregen, sowie Grünanlagen und Parkflächen spielen hierbei eine wichtige Rolle bezüglich der Retention. Allerdings ist die Effizienz von Versickerungsmaßnahmen (Blau-Grünes Band, Sickermulden) bei Starkregen als vernachlässigbar zu betrachten, da sie bei der angesetzten Intensität der modellierten Starkregenereignisse ihre Wirkweise nicht entfalten können.

Das größte Gefahrenpotenzial bei Starkregenereignissen resultiert aus dem Außengebietszufluss. In dem in Richtung Süd-Nord gesehen länglichen Einzugsgebiet mit einem relativ steilen topographischen Gefälle Richtung Norden bilden sich bei Starkregen innerhalb kurzer Zeit hohe Abflussmengen, welche sich im Tal der Rethenbek sammeln und durch einen etwa 3,20 m breiten und 1,22 m hohen Durchlass in das Projektgebiet hineinströmen können. Die Abflussmengen aus den nahe gelegenen Neubaugebieten südlich der B73 spielen bei Starkregen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Topografie (Talraum) im Abschnitt der Rethenbek direkt nördlich der B73 im Zusammenhang mit einem Aufstau oberstromig eines geplanten Durchlasses (1,3 m breit, 0,8 m hoch) begünstigt eine weitere Dämpfung der Hochwasserabflusswelle durch eine Retention in einem unbebauten Abschnitt.

Die Hochwasserwelle des südlichen Außengebietes erreicht das Planungsgebiet mit einem deutlich reduzierten Spitzenabfluss. Von der linken zur rechten Böschung ist die Rethenbek im Planungszustand etwa 8 m breit und ca. 1,2 m tief eingeschnitten. Die Überquerung der Verkehrswege sieht die Planung von Durchlässen von ca. 1,3 m Breite und 0,8 m Höhe vor. Insbesondere an der Querung der Neuwulmstorfer Schulstrasse führt eine solche Engstelle zu einem Aufstau und einer damit verbundenen Ausuferung, wobei das ausgeströmte Wasser der Straße auf einer kurzen Strecke in beide Richtungen folgt. Ab HQ_{Außergewöhnlich} kommt es auch zu einem Einstau der weiter nördlich gelegenen

Durchlässe, die daraus folgenden Ausuferungen sind aber geringfügig und überlappen nicht bebaute Gebiete.

Eine weitere Überflutungsroute aus dem Außengebiet ab HQ_{Selten} erfolgt aus südwestlicher Richtung. Dabei kommt es zu einer Überströmung der Neuwulmstorfer Straße, wodurch weitere Fließrouten Richtung Norden ermöglicht werden.

Ohne den Anteil des südlichen Außengebietszuflusses kommt es zu geringfügigen Überschwemmungen im Planungsgebiet. Die Überflutungen können aus dem Gebiet entwässern, allerdings ist die Entwässerungskapazität im Norden durch den Bahndamm und im Nordwesten durch die Topografie eingeschränkt und es sind lokale Senken im Gebiet vorhanden. Insgesamt kann das Wasser gut über die Routen der geplanten Verkehrsflächen (Straßen und Wege) und Gräben abgeleitet werden, so dass die neuralgische Zone größtenteils auf den Bereich zwischen dem Grün-Blauen-Band und der Neuwulmstorfer Schulstraße reduziert werden kann. Andere topographische Senken sind vorhanden, sind aber weniger großflächig und tief eingestaut und erlauben eine bessere Zuwegung.

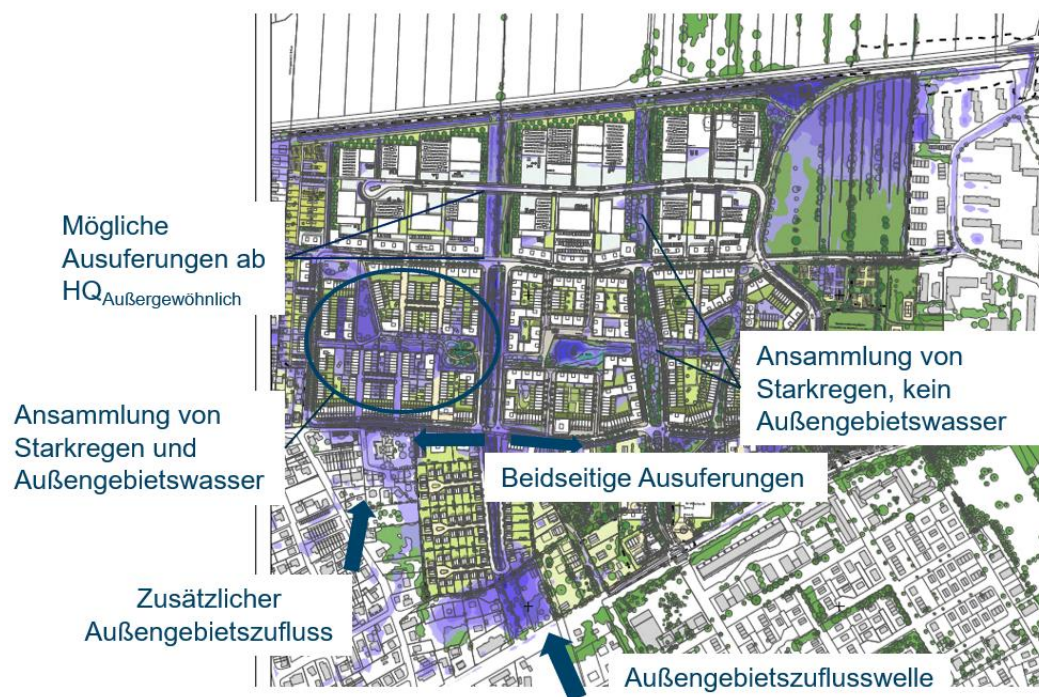


Abbildung 5-1: Schematische Darstellung der Überflutungsmechanismen

5.2 Risikoanalyse

Anhand der Berechnungsergebnisse kann eine Einschätzung der Starkregengefahr gemäß [2] durchgeführt werden. Hierzu können die Tabellen 3 (Abbildung 5-2) und 4 (Abbildung 5-3) des Leitfadens [2] zur besseren Bewertung der Starkregengefahr und des resultierenden Risikos hinzugezogen werden. In den folgenden Kapiteln werden neuralgische Punkte näher beschrieben.

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

Abbildung 5-2: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (Tabelle 3 aus [2])

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

Abbildung 5-3: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (Tabelle 4 aus [2])

5.2.1 Neuralgischer Punkt nördlich der Neuwulmstorfer Schulstraße

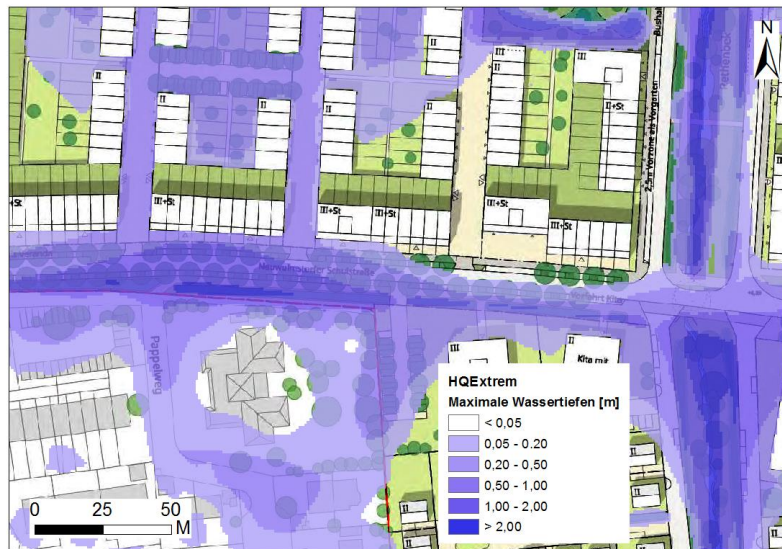


Abbildung 5-4: Max. Wassertiefen (H_{QExtrem}) an der Neuwulmstorfer Schulstraße



Abbildung 5-5: Max. Fließgeschwindigkeiten (H_{QExtrem}) an der Neuwulmstorfer Schulstraße

Die Fahrbahn der Neuwulmstorfer Straße kann am südwestlichen Rand des Planungsgebietes bis zu 0,3 m bei H_{QSelten} und bis zu 0,8 m bei einem H_{QExtrem} eingestaut werden. Die Gründe hierfür sind ein Zustrom von Außengebietswasser aus südlicher Richtung und Ausuferungen der Rethenbek ab H_{QSelten}. Es werden dabei Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 1,5 m/s (H_{QExtrem}) zwischen der Überquerung der Rethenbek und der Stelle an der Straße mit den höchsten Einstautiefen erreicht. Des Weiteren zeigen die Modellberechnungen einen Abschlag der gefluteten Straße Richtung Norden bei Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 0,9 m/s (H_{QExtrem}). Die Flächen zwischen den Gebäuden nördlich der Senke werden bis zu einer Wassertiefe von bis zu 0,2 m (H_{QSelten}) bzw. 0,4 m (H_{QExtrem}) eingestaut werden. Die Überflutung der Neuwulmstorfer Straße wird als kritisch bewertet, weil sie eine wichtige Zufahrt und Evakuierungsrouten für weitere gefährdete Bereiche im Planungsgebiet darstellt.

Der Einstau des KITA-Grundstücks (bei H_{QSelten} bis zu 0,10 m) südlich der Straße ist auf eine Fließroute zurück zu führen, welche bei dem gleichen modellierten Starkregenszenario auch im Ist-Zustand nachweisbar wäre. Inwiefern ein möglicher Rückstau an der Fahrbahn diese nachteilige Situation verschärfen könnte, kann nicht abschließend mit den vorliegenden Ergebnissen bewertet werden. An der geplanten Kindertagesstätte direkt an der Rethenbek ist für den östlichen Teil des Grundstücks mit maximalen Wassertiefen von bis zu 0,20 m (H_{QSelten}) bzw. 0,35 m (H_{QExtrem}) auszugehen.

5.2.2 Neuralgischer Punkt an der Parkanlage Blau-Grünes Band



Abbildung 5-6: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) an der Parkanlage Blau-Grünes Band



Abbildung 5-7: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) an der Parkanlage Blau-Grünes Band

Der Bereich westlich der Parkanlage Blau-Grünes Band ist durch einen Zustrom von Starkregen (ab HQ_{Selten}) aus südlicher (siehe Kapitel 5.2.1) und östlicher Richtung gefährdet. Dadurch könnte es ohne dezidierten Schutz zu einer Füllung einer nord-südlich orientierten Senke zwischen den Gebäuden (nordöstlich der geplanten Kindertagesstätte) kommen. Es ist mit Wassertiefen von bis zu 1,37 m (HQ_{Selten}) bzw. 1,50 m HQ_{Extrem} auszugehen. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten sind gering, außer bei der südlichen Einströmung, wo mit Strömungsgeschwindigkeiten von > 2 m/s (HQ_{Extrem}) zu rechnen ist. Auch an der westlichen Zuwegung kommt es bei einer Ausströmung Richtung Westen an der Kreuzung zu erhöhten Fließgeschwindigkeiten (> 1 m/s). Das Grundstück zwischen der Kindertagesstätte (KITA) und dem östlich davon gelegenen Gebäude ist mit maximalen Überflutungstiefen von < 0,10 m bei HQ_{Selten} geringfügig betroffen und auch bei HQ_{Extrem} werden Wassertiefen von 0,20 m dort nicht überschritten. Der westliche Eingang des KITA-Gebäudes wird nicht überflutet. Weiter östlich kommt es zu einem Einstau der Grundstücke zwischen den Gebäuden (maximal ca. 0,2 m bei HQ_{Selten} und 0,4 m bei HQ_{Extrem}), wobei maximale Fließgeschwindigkeiten von 0,5 m/s (HQ_{Extrem}) bei diesen Flächen nicht überschritten werden. Nördlich und südlich des aufgehöhten Archipelago-Spielplatzes ist mit einem Einstau ab HQ_{Selten} zu rechnen, allerdings ist ein Zugang aus östlicher Richtung auch bei HQ_{Extrem} noch möglich.

5.2.3 Neuralgischer Punkt östlich der Überquerung Rethenbek



Abbildung 5-8: Max. Wassertiefen (H_QExtrem) östlich der Überquerung Rethenbek



Abbildung 5-9: Max. Fließgeschwindigkeiten (H_QExtrem) östlich der Überquerung Rethenbek

Auch der Bereich der Neuwulmstorfer Straße östlich der Überquerung der Rethenbek wird bei Starkregen überflutet. Die Abflusswelle aus dem Außengebiet könnte ab H_QSelten eine beidseitige Ausuferung der Rethenbek hervorrufen. Für die Gebäude östlich der Überquerung ist dabei insbesondere zwischen den Baukörpern und der Rethenbek mit erhöhten Wassertiefen zu rechnen. Bei H_QSelten wurde ein lokaler Einstau von bis zu 0,50 m berechnet, der bei H_QExtrem bis zu 0,70 m betragen kann. Die der Rethenbek abgewandten Flächen sind deutlich weniger betroffen: Es wurden Wassertiefen unter 0,10 m bei H_QSelten berechnet, bei H_QExtrem können die Einstautiefen auf bis zu 0,20 m steigen. Auch der Straßenraum selbst ist durch die Ausuferung der Rethenbek potenziell betroffen, mit berechneten Wassertiefen von ca. 0,30 m bei H_QSelten auf einer kurzen Strecke von ca. 90 m entlang der Verkehrsachse.

5.2.4 Neuralgischer Punkt am Fischbeker Boulevard



Abbildung 5-10: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) am Fischbeker Boulevard



Abbildung 5-11: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) am Fischbeker Boulevard

Die Parkanlage Fischbeker Boulevard zeigt eine ausgeprägte Mulde an der Querung des Grün-Blauen Bandes auf. Ab einem seltenen Starkregenereignis ist dort temporär mit Einstautiefen von $> 0,20$ m zu rechnen. Der geplante Hügel-Spielplatz wird bei einem Starkregenereignis HQ_{Extrem} zu einer Insel. Wassertiefen von $> 0,5$ m und maximalen Fließgeschwindigkeiten von ca. $0,30$ m/s könnten eine Evakuierung des Spielplatzes erschweren. Auch die östliche Zuwegung zum Spielplatz kann bei einem extremen Starkregenereignis bis zu Tiefen $> 0,30$ m eingestaut sein. Bei einem HQ_{Selten} hingegen sind die berechneten Wassertiefen am südlichen Rand mit ca. $0,07$ m als weniger kritisch zu betrachten und auch die östliche Zuwegung wird nicht durchgängig eingestaut. Bei einer Planungsänderung (Verlagerung bzw. Erweiterung des Hügels Richtung Süden) sollte eine Engstelle, welche zu einem zusätzlichen Aufstau führen könnte, vermieden werden.

5.2.5 Neuralgischer Punkt an der Gründerstraße und Gewerbestraße

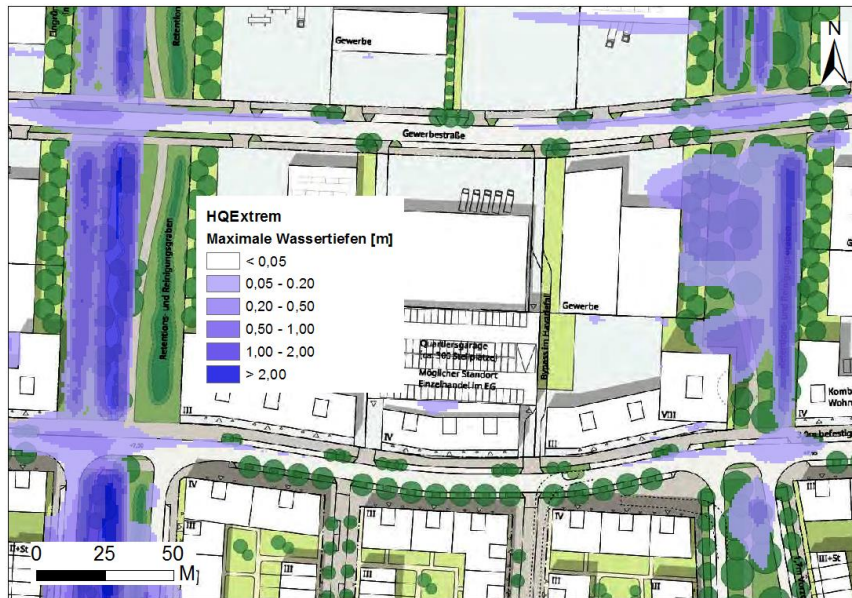


Abbildung 5-12: Max. Wassertiefen (HQ_{Extrem}) an der Gründerstraße und Gewerbestraße



Abbildung 5-13: Max. Fließgeschwindigkeiten (HQ_{Extrem}) an der Gründerstraße und Gewerbestraße

Grundsätzlich sind die geplanten Straßen bei Starkregen nur geringfügig überflutet. An einigen Stellen kann es durch eine Überströmung der Rethenbek oder anderen Überflutungsmechanismen für kurze Dauern zu einem lokalen Einstau von bis zu 0,30 m bei HQ_{Extrem} kommen (z.B. Gründerstraße und Gewerbestraße). Die Straßenräume haben auch eine Entwässerungsfunktion – in der Modellierung wurden dabei Strömungsgeschwindigkeiten von über 0,50 m/s bei HQ_{Extrem} nachgewiesen. Bei HQ_{Selten} ist über kurze Strecken für Teilbereiche der Fahrbahn mit maximalen Wassertiefen von 0,10 – 0,15 m auszugehen. Des Weiteren wird auf eine eingestaute Fläche (stehendes Gewässer) im Fischbeker Boulevard nördlich der Gründerstraße mit Wassertiefen von > 0,40 m bei HQ_{Extrem} hingewiesen, die bei HQ_{Selten} nur geringfügig ausgeprägt ist.

6 Handlungsempfehlungen

Auf Basis der vorausgehenden Gefährdungsanalyse, Berechnungen und Risikoanalyse wurden für den bisherigen Planungszustand entsprechende Handlungsempfehlungen abgeleitet, wobei zunächst allgemeine Randbedingungen festgehalten werden. Anschließend werden einzelne Maßnahmenempfehlungen aufgeführt und beschrieben. Räumlich zuordenbare Empfehlungen sind auf der Übersichtskarte in eingetragen.

6.1 Allgemeine Randbedingungen zu den Handlungsempfehlungen

In diesem Kapitel werden auf der Basis von [2] und den Ergebnissen dieser Untersuchungen entsprechende Handlungsempfehlungen formuliert. Diese Empfehlungen bedürfen einer ausführlichen Überprüfung von Experten aus anderen Fachgebieten (z.B. konstruktiven Bauingenieuren) sowie den verantwortlichen Ämtern und sollten anhand einschlägiger Gesetze und Normen abgeglichen werden. Die Empfehlungen sind daher nicht als Planungen zu verstehen, sondern als Bewertungsgrundlage für das weitere Vorgehen. Sowohl die technische als auch die finanzielle Umsetzbarkeit müsste ggf. in bei einer Weiterverfolgung überprüft werden.

Grundsätzlich sind bei der Erarbeitung eines Handlungskonzepts bei einer bekannten Starkregengefahr für ein bestimmtes Gebiet zunächst die betroffenen und ggf. verantwortlichen Akteure zu bestimmen. U.a. wären dabei die Planungsgemeinschaft, die Projektsteuerer, entsprechende Genehmigungsbehörden, die Bauherren und Repräsentanten der Unternehmen im Falle der geplanten Gewerbeeinheiten im nördlichen Teil des Planungsgebietes zu beraten. Außerdem ist es wichtig, alle verantwortlichen Ämter bei der Erarbeitung entsprechender vorbeugender Maßnahmen einzubeziehen, um Synergieeffekte zu nutzen und Widersprüche bei der Auffassung der Starkregengefahr und bei den dazugehörenden Verantwortlichkeiten zu vermeiden.

Bei der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen sind sowohl technische (T) als nicht technische (NT) Maßnahmen zu berücksichtigen. Technische Maßnahmen sind hierbei insbesondere baulicher und wartungstechnischer Natur, während nicht-technische Maßnahmen auf die Vorbeugung der Gefahr z.B. durch Sensibilisierung anhand von fachlichen Untersuchungen (Beispiel: Vorliegendes Gutachten) und Warndiensten abzielen.

Schließlich ist auch eine Definition der Zielgruppen gemäß [2] zu beachten. In dem Neubaugebiet sind diese vor allem Anwohner und Gewerbe.

Bei den erarbeiteten Handlungsempfehlungen in diesem Gutachten wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

6.2 Entwässerungskonzept

Im Entwässerungskonzept sind eine Vielzahl von Maßnahmen für die schadlose Abführung von Niederschlagswasser vorgesehen.

Grundsätzlich reduzieren diese Maßnahmen auch die Starkregengefahr. Die Straßenräume werden als Fließwege genutzt und es sind grüne Flächen, Parkanlagen und naturnahe Rückhalteräume zur dezentralen Retention und Zwischenspeicherung im Entwässerungskonzept eingeplant. Dennoch ist eine dichte Bebauung vorgesehen, und auch die geplanten Sickermulden führen nach Einschätzung der DHI WASY bei Starkregen nicht zu einer maßgeblichen Entlastung. Grund hierfür ist, dass die hohe Intensität von Starkregenereignissen eine signifikante Versickerung grundsätzlich nicht zulässt, zumindest nicht in einer Starkregenanalyse gemäß [2].

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass die Annahmen für ein HQ_{Selten} bei einer Starkregenanalyse darauf hinausführen, dass bei einer Starkregenmodellierung ein deutlich extremeres Szenario („Worst Case“ Herangehensweise) als bei der Erstellung eines Entwässerungskonzeptes abgebildet wird.

6.3 Empfohlene Maßnahmen

Die Lage der empfohlenen technischen Maßnahmen ist Abbildung 6-1 zu entnehmen. Diese Maßnahmen werden in diesem Kapitel genauer beschrieben.

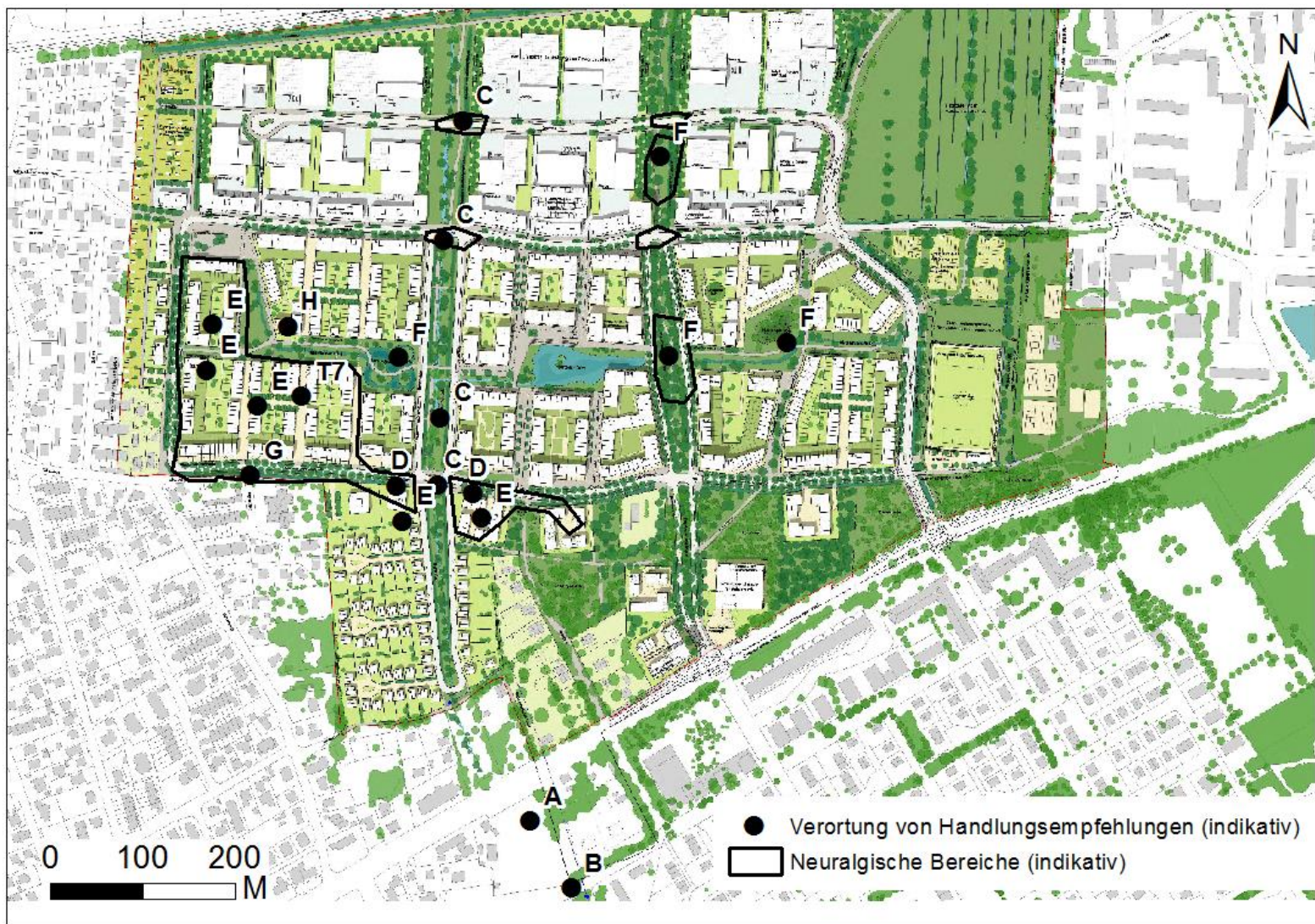


Abbildung 6-1: Übersicht und Verortung der technischen Handlungsempfehlungen

6.3.1 Schutz vor Außengebietswasser aus dem südlichen Einzugsgebiet (A)

Der durch einen intensiven Starkregen hervorgerufene Zufluss im südlichen Außengebiet (niedersächsische Seite) wurde in der vorliegenden Starkregenanalyse als wichtiger Auslöser eines erhöhten Gefahrenpotenzials durch Starkregen im Planungsgebiet identifiziert. Hohe Spitzenabflüsse aus dem südlichen Einzugsgebiet können zu einer Überlastung der Rethenbek im Projektgebiet, verbunden mit einer Verschärfung der Starkregengefährdung führen.

Die Zuflussmenge aus diesem Einzugsgebiet in das Projektgebiet könnte anhand eines steuerbaren Wehrs oder eines Drosselbauwerks verringert werden. Eine Reduzierung des Spitzenabflusses am bestehenden Durchlass an der B73 (Abbildung 4-9) würde aber auch bedeuten, dass daraus bei gleichbleibendem Retentionsvolumen ein höherer Aufstau südlich der B73 und dadurch eine größere Belastung des Straßendamms mit einer möglichen Überströmung resultieren könnte. Die Reduzierung des Zuflusses müsste also ggf. mit weiteren technischen Maßnahmen kombiniert werden.

Eine Dämpfung der Hochwasserwelle könnte auch durch eine Vergrößerung des Stauraumes südlich des Straßendamms der B73 erreicht werden. Sollte die Zuflussmenge bei Starkregen am Durchlass gedrosselt werden, ohne dabei den Stauraum südlich der B73 vergrößern, so wäre ggf. eine Erhöhung der Fahrbahn notwendig, um eine Überströmung zu vermeiden. Grundsätzlich müsste zwischen dem Stadtteil Neu Wulmstorf (Niedersachsen) und dem Neubaugebiet Fischbeker Heidbrook (Hamburg) der bestehende, „wilde“ Retentionsraum mit einem natürlichen Stauraum von $> 100.000 \text{ m}^3$ als Hochwasserrückhaltebecken gemäß DIN 19700 bemessen und geplant werden. Dazu gehören eventuell auch eine Erhöhung und eine Ertüchtigung des Straßendamms.

Durch die oben beschriebene Situation kann es nämlich bei extremen Starkregenereignissen zu einer Strömungsbelastung kommen, auf die der Straßendamm aufgrund seiner eigentlichen Funktion als Verkehrsweg gegebenenfalls nicht ausgelegt ist. Aufgestaute Regenmassen können unter Umständen zu einem Sickerbruch und überströmende Wassermassen zu einem Bruch des Straßendamms durch Erosion auf der nördlichen Seite führen⁹. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Sickerbruchs selbst bei einem extremen Szenario wird aber als sehr gering eingeschätzt.

Die genannten Maßnahmenempfehlungen südlich der B73 sollen zusammen betrachtet werden, da sie bei einzelner Umsetzung den notwendigen Schutz nicht gewährleisten würden bzw. im Widerspruch zueinanderstehen könnten. In diesem Kontext wäre auch eine Verklausung des Durchlasses an der B73 durch Äste und Treibgut ohne Ertüchtigung des Stauraums und des Straßendamms zu vermeiden.

6.3.2 Installation eines Warnpegels im südlichen Einzugsgebiet (B)

Eine Starkregengefahr ist u.a. dadurch charakterisiert, dass sie sich innerhalb weniger Minuten entwickeln kann. Durch die besondere Situation am Fischbeker Reethen ist ggf. eine längere Vorwarnzeit durch die Retention der Regenmassen

⁹ Dieser mögliche Effekt wird in den vorliegenden Simulationen nicht berücksichtigt

im Einzugsgebiet südlich der Cuxhavener Straße möglich. Südlich des Retentionsraums könnte entsprechend an der Rethenbek eine Messstation installiert werden (Warnpegel). Auf Basis entsprechender Grenzwerte könnten Warnstufen ermittelt und im operationellen Betrieb mit den gemessenen bzw. vorhergesagten Werten abgeglichen werden. Auch eine Benachrichtigung der Anwohner ab einer gewissen Warnstufe, z.B. über eine mobile App, wäre technisch realisierbar. Zur Ermöglichung eines Warnsystems bei Starkregen könnte auch eine Niederschlagsmessstation an einem geeigneten Standort im südlichen Einzugsgebiet vorgesehen werden.

Eine detaillierte Ausarbeitung eines Monitoring-Programms ist in dieser Starkregenanalyse nicht vorgesehen.

6.3.3 Maximierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Rethenbek, Vergrößerung der Durchlässe (C)

Innerhalb des Planungsgebiets spielt die Rethenbek eine wichtige Rolle bei der Entwässerung, insbesondere auch bei der Abführung des Außengebietszuflusses. Bei Starkregen würde eine Reduzierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit durch starken Bewuchs sowohl die Entwässerung verlangsamen als auch die Wasserstände dort erhöhen. Zusammen mit einer möglichen Verklausung der Durchlässe an den Verkehrswegen entsteht somit eine zusätzliche Überflutungsgefahr. Vorbeugende Maßnahmen sollen eine hydraulisch glatte Gestaltung des Fließquerschnitts der Rethenbek (regelmäßige Mähungen) und eine großzügige Dimensionierung der Überquerungen an den Verkehrswegen vorsehen. In diesem Zuge sollte auch die Dimensionierung der geplanten Durchlässe kritisch evaluiert werden. Die Überquerungen zwingen einen durch Starkregen hervorgerufenen Hochwasserabfluss durch einen Querschnitt von 1,30 x 0,80 m, was bei intensiven Starkregenereignissen zu einem Aufstau mit daraus resultierenden Ausuferungen führen kann.

Insbesondere der südliche Durchlass (Neuwulmstorfer Schulstraße) führt bereits bei einem HQ_{Selten} zu einem erheblichen Aufstau und zu beidseitigen Ausuferungen, welche zu Überflutungen im Planungsgebiet im Bereich des urbanen Mischgebiets führen können.

6.3.4 Schutz der Straßenräume und Evakuierungsrouten (D)

Insbesondere die Neuwulmstorfer Straße und einige Zuwegungen zu Innenhöfen der geplanten Gebäude können bei Starkregen überflutet werden und die Zuwegung der Feuerwehr und Rettungsdienste erschweren. Dies ist zum einen bei einem Evakuierungsplan zu berücksichtigen, zum anderen können Strategien zum Pumpen in Kombination mit mobilen Hochwasserschutzeinrichtungen entwickelt werden. Ggf. ist auch eine Erhöhung der Fahrbahn oder entsprechend dimensionierte Bordsteinkanten in Betracht zu ziehen.

Als kritisch ist vor allem der Bereich der Neuwulmstorfer Straße *westlich* der Rethenbek zu betrachten. Aufgrund des Starkregenzuflusses aus südlicher Richtung wäre ein Schutz dieses Straßenraums durch eine Erhöhung der Fahrbahn mit einem zusätzlichen Rückstau verbunden, welcher sich nachteilig auf die Überflutungssituation südlich der Fahrbahn, und insbesondere auch für die vorhandene KITA auswirken würde.

Es wird empfohlen, die geplanten Sickermulden zu einem durchgängigen Abzugsgraben auszubauen und dabei ggf. ein größeres Speichervolumen vorzusehen. Die Wassermassen könnten dadurch besser Richtung Westen oder Osten (in die Rethenbek) abgeführt werden, wobei bei letzterer Option die hydraulische Leistungsfähigkeit der Rethenbek (Handlungsempfehlung C) berücksichtigt werden müsste. Ein Schutz der Überströmung der Straße bei einem HQ_{Selten} hätte den weiteren Vorteil, dass die Starkregengefährdung durch auf Grundstücke vordringenden Oberflächenabfluss unterbunden werden könnte.

Erhöhte Wassertiefen der Neuwulmstorfer Straße östlich der Rethenbek sind ab HQ_{Selten} auf eine Ausuferung der Rethenbek zurückzuführen. Die Überflutung der Straße selbst könnte durch eine kurze Verwallung an dieser Stelle vermieden werden, allerdings würde sich dadurch die Überflutungsgefahr der geplanten Objekte in diesem Bereich erhöhen. Aus diesem Grund wäre auch hier der Ausbau zu einem durchgängigen Abzugsgraben mit einer möglichen Vergrößerung des Querschnitts und Anbindung an die Rethenbek als Maßnahme in Erwägung zu ziehen.

6.3.5 Schutz einzelner Objekte (E)

Grundsätzlich soll die Erschließungsplanung einer Überflutung von Grundstücken und damit einer Gefährdung von Grundstücken bei einem Niederschlagsereignis HQ_{30} vorbeugen. Es gilt zu überprüfen, inwiefern entsprechende Vorgaben auch für ein Starkregenereignis HQ_{Selten} erforderlich bzw. angemessen sind (siehe auch Kapitel 6.3.12).

Grundsätzlich wird für den Schutz der Objekte folgende Priorisierung empfohlen [2]:

1.) Fernhaltung von Starkregen

Diese Maßnahme könnte bei den neuralgischen Punkten 1 und 2 durch die Unterbrechung der Fließrouten gemäß Kapitel 6.3.4, ggf. auch in Kombination mit erhöhten Bordsteinkanten gewährleistet werden. Des Weiteren bietet sich ein mobiler Hochwasserschutz, Umleitungen und mobile Pumpen an, um das Vordringen von Starkregen auf Grundstücke zu vermeiden.

2.) Eindringen von Wasser vermeiden

Bei dieser Maßnahme ist durch baulichen Objektschutz (z.B. Erhöhung der Eingänge, Abriegelung von Kellerfenstern, Identifizierung und Beseitigung von objektspezifischen Schwachpunkten) das Eindringen von Wasser zu vermeiden, wenn eine Fernhaltung von Starkregen nicht realisierbar ist.

3.) Schaden minimieren

In dem Fall, wo auch ein Eindringen von Starkregen nicht vollständig vermieden werden kann, soll dafür gesorgt werden, den Schaden zu minimieren. In Bezug auf die menschliche Gesundheit bedeutet dies, einen Aufenthalt an den objektspezifischen neuralgischen Punkten zu vermeiden. Des Weiteren sollte dadurch eine Minimierung des finanziellen Schadens bzw. der Gefahr für die Bausubstanz angestrebt werden.

6.3.6 Kennzeichnung von lokalen Senken (F)

Grundsätzlich ist die Entwässerung des Planungsgebiets aufgrund der vorliegenden Höhendaten auch für Starkregen gut ausgelegt. In der Starkregenanalyse wurden allerdings einige lokale Senken (Schwachpunkte) identifiziert (siehe Kapitel 0), z.B. zwischen geplanten Gebäuden und entlang des Fischbeker Boulevards. Solche lokalen Senken sind bei einer Erschließungsplanung nicht komplett zu vermeiden, im Zusammenhang mit einer Starkregengefahr sind sie aber hinsichtlich ihres Potenzials einer versteckten Gefahr in der weiteren Planung zu berücksichtigen, entweder durch klare Kennzeichnung (Beschilderung und Informationsvorsorge) oder Sicherstellung von Evakuierungswegen (z.B. beim Archipelago-Spielplatz und beim Hügel-Spielplatz). Bei lokalen Maßnahmen wäre zu berücksichtigen, wohin das Hochwasser abgeleitet wird, um durch die Vorkehrungen nicht weitere Gefahrenpunkte zu schaffen. Auch Pumpen bieten Möglichkeiten, aufgestaut Wasser in diesen Senken ggf. schneller zur Vermeidung weiterer Schäden zu entfernen bzw. abzuleiten.

6.3.7 Überlastung der Entwässerungsinfrastruktur vermeiden (G)

Schließlich ist in der Planung auch die Situation einer Überlastung der Entwässerungsstruktur zu begegnen. Sollte abweichend von der aktuellen Planung in Teilabschnitten doch eine unterirdische Kanalisation vorgesehen sein (Siele), so ist ein Rückstau am Eintritt und eine Beschädigung durch Treibgut zu verhindern. Auch einer Verklausung von Durchlässen ist entgegen zu wirken. Bei offenen Entwässerungsgräben ist die Beibehaltung der Abflusskapazität zu gewährleisten.

6.3.8 Dachbegrünung (H)

Durch die dichte Bebauung nehmen Gebäudedächer einen großen Anteil der Gesamtfläche in Anspruch. Es wird empfohlen, eine intensive Dachbegrünung nach modernstem Stand der Technik für die Gebäude vorzusehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Dachbegrünung bei einem Starkregenereignis einen maßgeblichen Anteil des Niederschlags temporär zurückhalten kann und somit einen erheblichen Teil der Abflussspenden (bis zu HQ_{30}) der Dächer bis zu dem Zeitpunkt nach Ablauf der Hochwasserwelle verzögern kann.

6.3.9 Informationsvorsorge (I)

Die wohl gängigste nicht-technische Maßnahme zum Schutz vor Starkregengefahr liegt, analog zum Konzept der vorbeugenden Maßnahmenplanung der Hochwasserrahmenrichtlinie bei Flusshochwasser, bei der *Informationsvorsorge*. Hierzu gehören zum Beispiel die Veröffentlichung von Gutachten auf dem Transparenzportal der Stadt Hamburg, Workshops, sowie Informationen auf modernen Medienplattformen und sozialen Netzwerken.

Des Weiteren ist der Zugang zu Radardaten (z.B. mobile Apps, Website DWD) sowohl als Informationsvorsorge als auch als Warnmöglichkeit zu betrachten (Unwetterwarnungen). Grundsätzlich ist bei einem Unwetter mit konvektiv induzierten Niederschlägen (z.B. Kumulonimbus-Wolken) von einer erhöhten Starkregengefahr auszugehen.

6.3.10 Berücksichtigung der Starkregengefahr im Krisenmanagement-plan (J)

Die ermittelte Starkregengefahr muss in den Krisenmanagementplan mit aufgenommen werden. Vorrangig in diesem Plan sind *Kritische Infrastruktur* und *Prioritäre Objekte*. Während bereits im Vorfeld vermieden werden kann, dass kritische Infrastruktur und prioritäre Objekte an den sogenannten Hotspots der Starkregengefahr angesiedelt werden, kann sich die Nutzung in Zukunft ändern (z.B. Eigentümerwechsel). Dementsprechend muss der Krisenmanagementplan regelmäßig unter Berücksichtigung der Starkregengefahr an den entsprechenden Hotspots inkl. Zuwegungen aktualisiert werden.

6.3.11 Vorbeugende Verhaltensanpassungen (K)

In Anbetracht der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit eines extremen Starkregenereignisses gibt es bei einer privaten Nutzung keinen akuten Bedarf zur vorbeugenden Verhaltensanpassung. Bei Gewerbe könnten vorbeugende Verhaltensanpassungen vorgeschrieben werden, z.B. die Pflicht zur Lagerung von wassergefährdenden Stoffen auf einer höheren Ebene.

6.3.12 Synergien zwischen Entwässerungskonzept und Starkregenvorsorge (K)

Die Starkregenanalyse wurde der Projektgruppe (Vertreter der IBA Hamburg, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft und dem Bezirksamt Harburg) am 14.12.2020 vorgestellt.

Es wurde entschieden, dass die Unterschiede zwischen den technischen Annahmen beim Entwässerungskonzept und der Starkregenanalyse für den Lastfall HQ₃₀ bzw. HQ_{Selten} ausgearbeitet werden sollen. Dies erfolgte im Anschluss durch einen fachlichen Austausch zwischen DHI WASY und IPROconsult. Es wird empfohlen, dass in der weiteren Planung Synergien zwischen den Anforderungen des Entwässerungskonzepts und der Starkregenvorsorge berücksichtigt werden. Hierfür kann das vorliegende Starkregengutachten als Bewertungsgrundlage verwendet werden.

6.4 Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen

Tabelle 6-1: Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen

Empfohlene Maßnahme	Typ	Lage	In Kombination mit:	Zuordnung Handlungsbedarf		
				HQ _S	HQ _A	HQ _{Ex}
A	Technisch	Außengebiet		x	x	x
B	Technisch	Außengebiet		x	x	x
C	Technisch	Planungsgebiet	D	x	Ggf.	Ggf.
D	Technisch	Planungsgebiet	E	x	Ggf.	Ggf.
E	Technisch	Planungsgebiet	C und D	x	Ggf.	Ggf.
F	Technisch und nicht-technisch	Planungsgebiet		x	x	x
G	Technisch	Planungsgebiet		x	x	x
H	Technisch	Planungsgebiet		x	x	x
I	Nicht-technisch	Planungsgebiet		x	x	x
J	Nicht-technisch	Planungsgebiet		x	x	x
K	Nicht-technisch	Planungsgebiet		x	x	x
L	Technisch und nicht-technisch	Planungsgebiet und ggf. Außengebiet		x	x	x

Hinweise bei der Zuordnung des Handlungsbedarfs:

- 1.) Eine Umsetzung der Maßnahmen C und D zur Vermeidung einer Starkregenbetroffenheit bei HQ_{Außergewöhnlich} bzw. HQ_{Extrem} ist ggf. deutlich aufwendiger als für den Lastfall HQ_{Selten}.
- 2.) Objektschutz der Priorität 1 (Fernhaltung von Starkregen) ist ggf. bei HQ_{Außergewöhnlich} bzw. HQ_{Extrem} nicht erforderlich und der Aufwand so hoch, dass der Fokus auf den Prioritäten 2 und 3 liegen sollte.

7 Zusammenfassung

Das geplante Neubaugebiet Fischbeker Reethen sieht den Bau von 2.300 Wohneinheiten zzgl. Gewerbe auf einer Fläche am Übergang der Geest und der Marsch am südwestlichen Rand von Hamburg vor. Eine Auflage der Planung ist die Durchführung einer modellgestützten Starkregenanalyse, um die Gefährdung durch Sturzfluten besser einschätzen zu können. Die Studie stützt sich dabei auf das DWA Merkblatt 119 [1] und den Kommunalen Leitfaden aus Baden-Württemberg [2].

Für diese Betrachtung wurden entsprechende modelltechnische Randbedingungen erarbeitet. Während in Baden-Württemberg flächendeckend unkalibrierte Oberflächenabflusswerte vorliegen und für derartige Starkregenuntersuchungen verwendet werden können und sollen, mussten die hydrologischen Randbedingungen für die vorliegende Starkregenanalyse von Grund auf ermittelt werden. Hierzu wurden Daten (Geländemodell, Landnutzungs- und Bodendaten) aus Hamburg und Niedersachsen zusammengetragen und aggregiert. Mit einer entsprechenden Parametrisierung wurde ein hydrologisches Modell mit der Software *MIKE SHE* aufgebaut und die Bemessungsereignisse HQ_{Selten} , $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$ und HQ_{Extrem} gemäß [2] berechnet und plausibilisiert. Für die Kalibrierung standen keine Informationen zur Verfügung. Das Vorgehen wurde in dem Vorgängerprojekt „Starkregenanalyse I“ in einer Fachgruppe (Dezember 2018) abgestimmt.

Parallel dazu wurde ein zweidimensionales, hydrodynamisches Strömungsmodell mit der Software *MIKE21 FM* aufgebaut. Hierzu wurde ein Geländemodell auf Basis der Planungsunterlagen (Stand: 13.11.2020) erstellt. Es wurde ein Berechnungsnetz aufgebaut, welches die entsprechenden Bruchkanten und Höheninformation in der Diskretisierung berücksichtigt. Weitere wichtige Parameter (Durchlässe, Rauheiten, Dachentwässerung) sind in die Parametrisierung des Modells eingeflossen.

Das hydrodynamische Modell wurde mit den anhand des *MIKE SHE* Modells ermittelten flächendeckenden Effektivniederschlägen und mit den Außengebietszuflüssen für die Ereignisse HQ_{Selten} , $HQ_{\text{Außergewöhnlich}}$ und HQ_{Extrem} berechnet. Die Ergebnisse zeigen den zeitlichen Verlauf der Überflutungen. Zusätzlich wurden die maximalen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten in Karten dargestellt (Anhang B) und eine Gefährdungs- und Risikoanalyse durchgeführt. Dabei wurden neuralgische Punkte im Planungsgebiet identifiziert und Erkenntnisse über die wichtigsten Prozesse der Starkregengefährdung für das Gebiet gewonnen.

Diese Erkenntnisse sind in die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen eingeflossen. Neben den allgemeinen Rahmenbedingungen wurden für das Planungsgebiet 12 Maßnahmen bzw. Empfehlungen technischer und nicht-technischer Natur identifiziert. Maßnahmen mit einem örtlichen Bezug wurden in eine Karte () eingetragen. Ein großer Teil der Maßnahmen betrifft den Schutz vor Außengebietszuflüssen, eine Gefahr, die derzeit durch ein Zusammenspiel eines Retentionsraums und steuerbaren Bauwerks an der B73 abgefangen wird. Innerhalb des Planungsgebietes ist die Entwässerung grundsätzlich aufgrund der vorliegenden Höhendaten auch für Starkregen gut ausgelegt, wobei insbesondere im südwestlichen Bereich einige Flächen stärker betroffen sein können. Aus diesem Grund fokussieren weitere technische Handlungsempfehlungen

insbesondere auf den Schutz der Gebiete nördlich des westlichen Teils der Neuwulmstorfer Schulstraße.

Das Projekt hat in Hamburg einen Pilotcharakter, da eine auf einem hydrodynamischen Strömungsmodell basierte Starkregenanalyse dort bisher¹⁰ nicht durchgeführt wurde. Besonderheiten des Projekts liegen zusätzlich in der länderübergreifenden Betrachtung und an der Durchführung der Analyse für ein geplantes Gebiet anstatt, wie sonst üblich, eines Bestandszustandes. Durch die geschickte Kombination der leistungsfähigen Softwarepakete *MIKE SHE* und *MIKE21 FM* sowie eine realistische und fundierte Ableitung von hydrologischen Randbedingungen in Abstimmung mit der BUKEA, dem Bezirksamt Harburg und der IBA Hamburg konnte trotz dieser Herausforderungen eine Starkregenanalyse nach Stand der Technik durchgeführt werden.

8 Literatur

- [1] Merkblatt DWA-M 119 (November 2019) – Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, DWA-Regelwerk
- [2] Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (Dezember 2016), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- [3] DHI (2017) MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Hydrodynamic and Transport Module, Scientific Documentation
- [4] Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 3: Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für Fließgewässer in Baden-Württemberg (2003), Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 78
- [5] H. Sponagel; W. Grottenthaler; K.-J. Hartmann; R. Hartwich; P. Janetzko; H. Joisten; D. Kühn; K.-J. Sabel; R. Traidl, (2005), Bodenkundliche Kartieranleitung. KA5, Hannover Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten
- [6] Schapp, M., Leij, F. & van Genuchten, M. T., (2001). ROSETTA: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology*, Band 251(3), pp. 163-176.
- [7] Pöhler, H., Chmielewski, F.-M., Jasper, K., Henniges, Y., Scherzer, J., (2007), Abschlussbericht: KliWEP - Abschätzung der Auswirkungen der für Sachsen prognostizierten Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der Parthe, Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie

¹⁰ Stand: Beginn der ersten Projektphase für DHI WASY, 11.2018

ANHANG

ANHANG A

Ergebnisse MIKE SHE Oberflächenabfluss

A ERGEBNISSE MIKE SHE OBERFLÄCHENABFLUSS

A.1 KUMULATIVE FLÜSSE DER MIKE SHE SIMULATIONEN

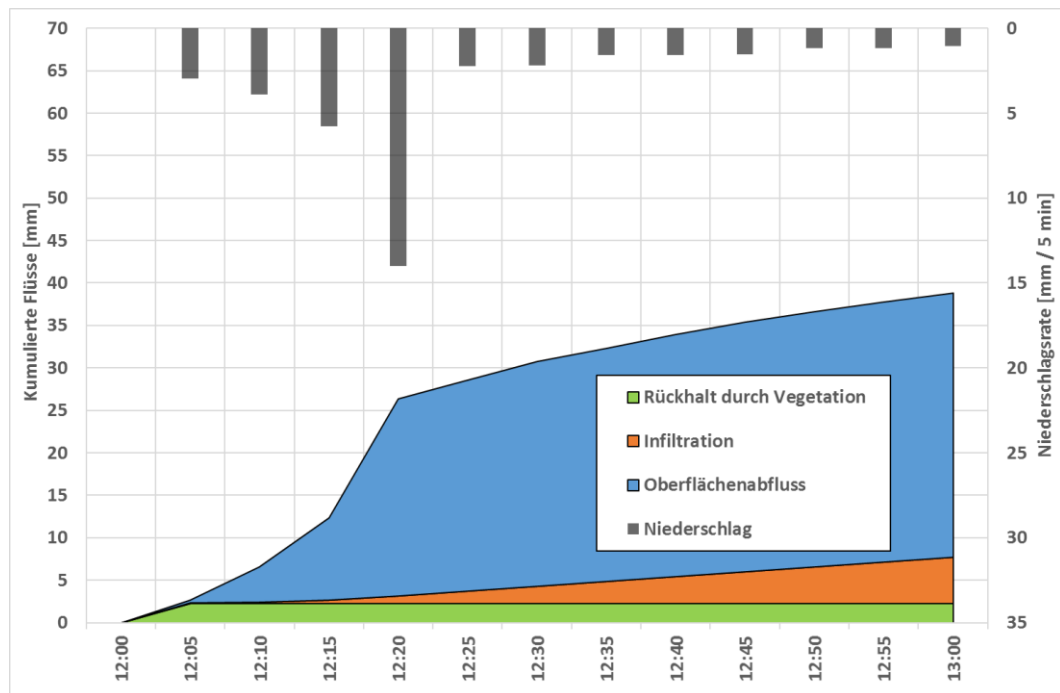


Abbildung 8-1: Kumulative Flüsse HQ_{Selten}

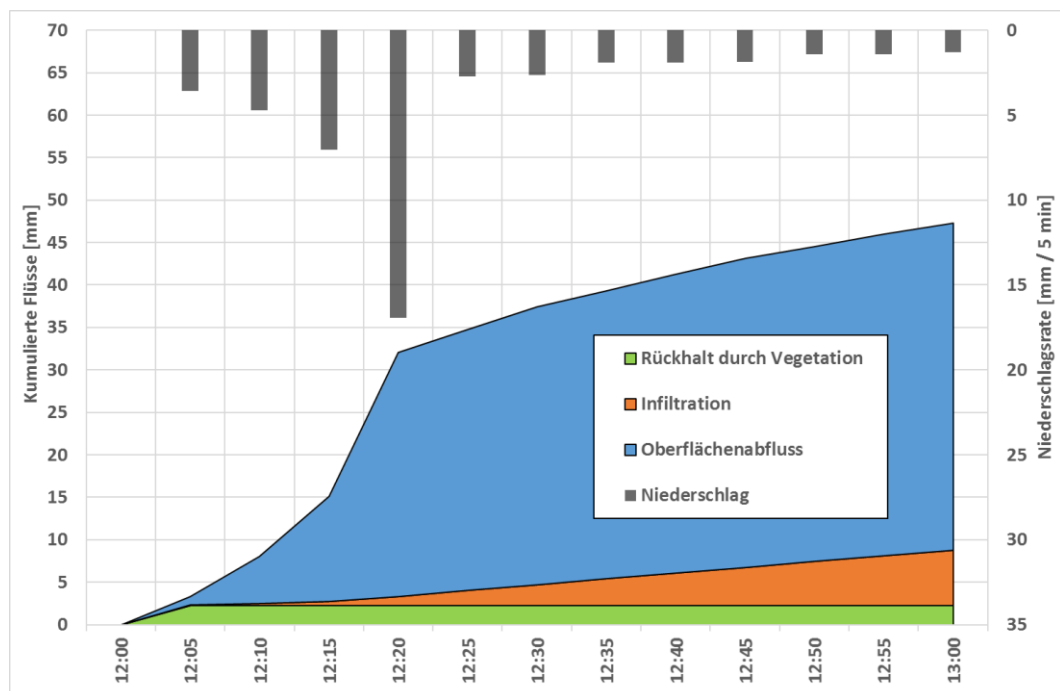


Abbildung 8-2: Kumulative Flüsse HQ_{Außergewöhnlich}

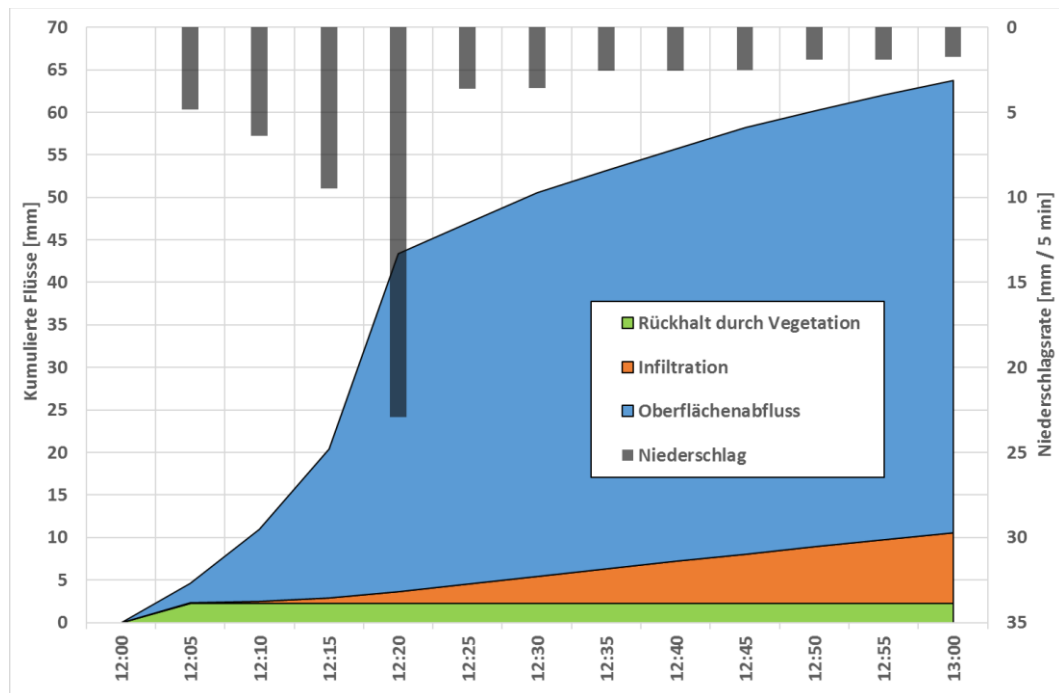


Abbildung 8-3: Kumulative Flüsse HQ_{Extrem}

A.2 RASTER DER EFFEKTIVNIEDERSCHLÄGE FÜR HQ_{EXTREM}

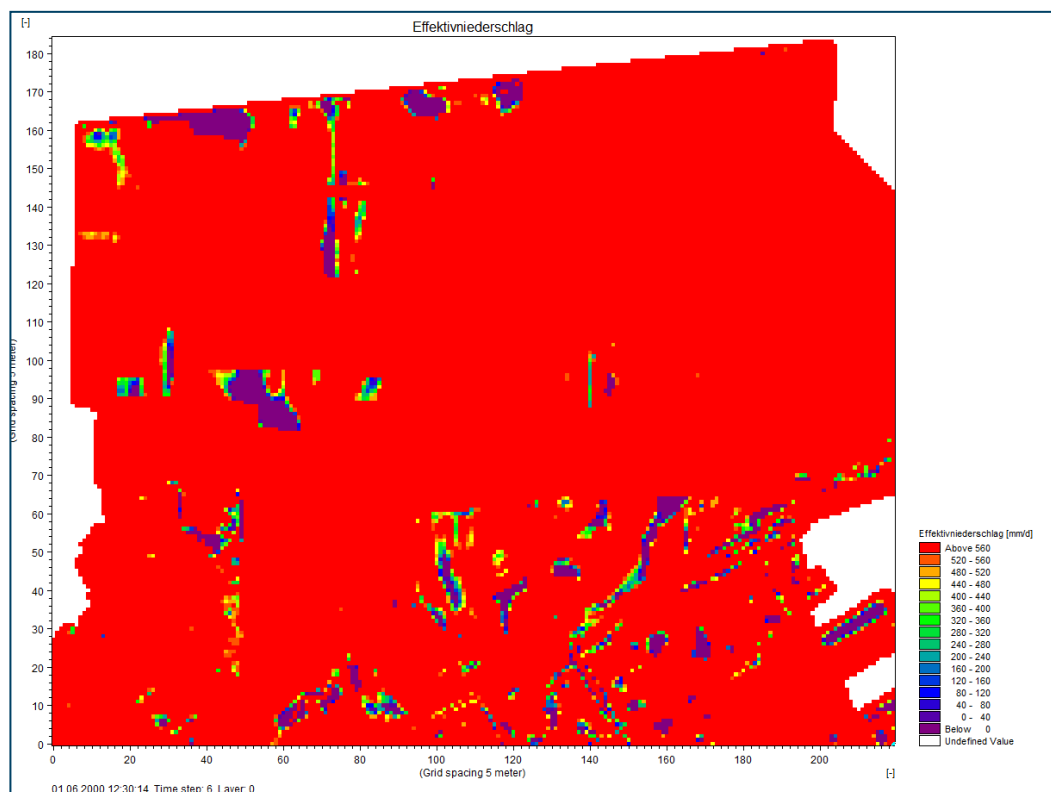


Abbildung 8-4: Effektivniederschlag für HQ_{Extrem} zum Zeitpunkt T = 25 min

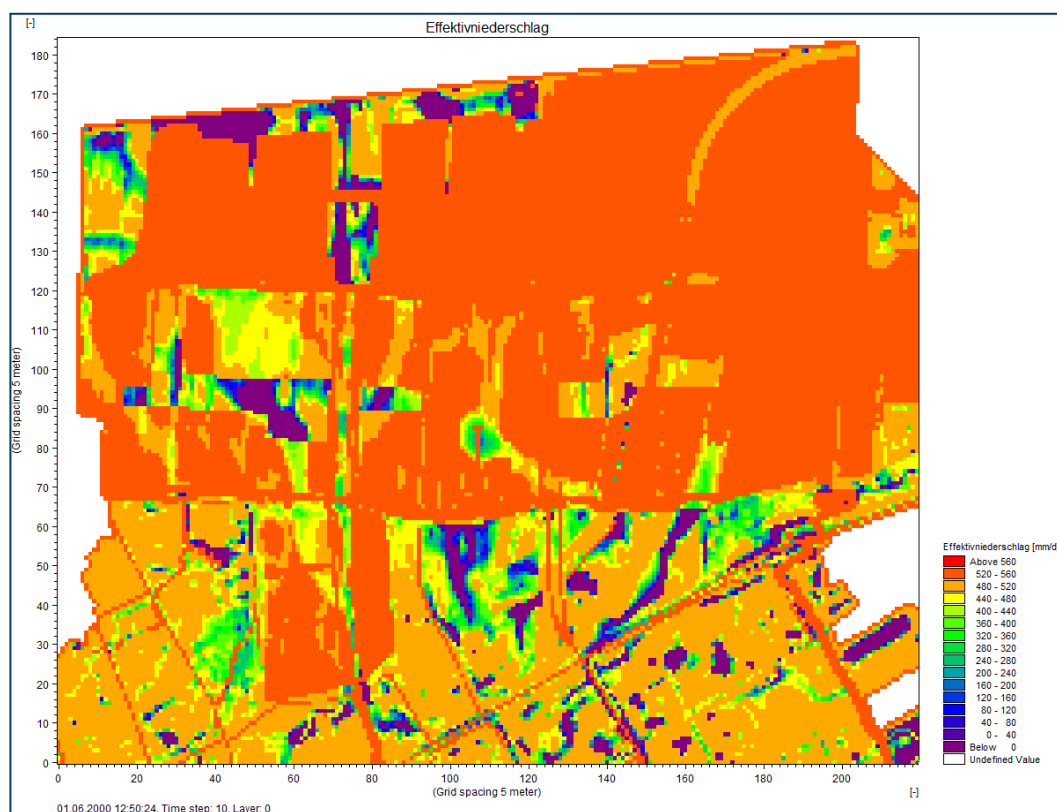


Abbildung 8-5: Effektivniederschlag für HQExtrem zum Zeitpunkt T = 50 min

ANHANG B

Karten der Gefährdungsanalyse



Umrandung Projektgebiet

HQSelten

Maximale Wassertiefen [m]

< 0,05

0,05 - 0.20

0,20 - 0,50

0,50 - 1,00

1,00 - 2,00

> 2,00

0

250


500

Meter

Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen:

DHI WASY GmbH
Niederlassung Hamburg
Grimm 8
20457 Hamburg
Deutschland



Datengrundlagen:

Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung
(2D-Modellierung)

Gez.:

Dez. 2020

Gepr.:

Dez. 2020

Hintergrundkarte:

NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018


Projekt-Nr.:

14805293

Fischbeker Reethen

Starkregenanalyse II

Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Berechnete Wassertiefen bei HQ_{Selten}

Maßstab: 1:5.000

Bearbeitungsdatum:

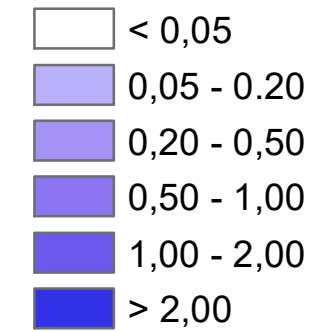
Hamburg, 01.12.2020



Umrandung Projektgebiet

HQAußergewöhnlich

Maximale Wassertiefen [m]



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen: DHI WASY GmbH
Niederlassung Hamburg
Grimm 8
20457 Hamburg
Deutschland



Datengrundlagen:
Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung
(2D-Modellierung)

Gez.:	Dez. 2020	■
Gepr.:	Dez. 2020	■

Hintergrundkarte:
NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018

Projekt-Nr.: 14805293

Fischbeker Reethen
Starkregenanalyse II
Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Berechnete Wassertiefen bei HQ_{Außergewöhnlich}

Maßstab: 1:5.000

Bearbeitungsdatum:
Hamburg, 01.12.2020



Umrandung Projektgebiet




HQExtrem

Maximale Wassertiefen [m]

- < 0,05
- 0,05 - 0,20
- 0,20 - 0,50
- 0,50 - 1,00
- 1,00 - 2,00
- > 2,00



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen:		DHI WASY GmbH Niederlassung Hamburg Grimm 8 20457 Hamburg Deutschland		
Datengrundlagen: Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung (2D-Modellierung)	Gez.:	Dez. 2020		
	Gepr.:	Dez. 2020		
	Hintergrundkarte: NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018			
		Projekt-Nr.: 14805293		

Fischbeker Reethen
Starkregenanalyse II
Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Berechnete Wassertiefen bei HQ _{Extrem}		Maßstab: 1:5.000
Bearbeitungsdatum: Hamburg, 01.12.2020		



Umrandung Projektgebiet

HQSelten

Maximale Fließgeschwindigkeiten [m/s]

< 0,2

0,2 - 0,5

0,5 - 1,0

1,0 - 2,0

2,0 - 5,0

> 5,0

0 250 500 Meter

Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen: DHI WASY GmbH
Niederlassung Hamburg
Grimm 8
20457 Hamburg
Deutschland



Datengrundlagen:
Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung
(2D-Modellierung)

Gez.:	Dez. 2020	■
Gepr.:	Dez. 2020	■

Hintergrundkarte:
NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018

Projekt-Nr.: 14805293

Fischbeker Reethen
Starkregenanalyse II
Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Maßstab: 1:5.000

Berechnete Fließgeschwindigkeiten bei HQ_{Selten}

Bearbeitungsdatum:
Hamburg, 01.12.2020



Umrandung Projektgebiet

HQAußergewöhnlich

Maximale Fließgeschwindigkeiten [m/s]

< 0,2

0,2 - 0,5

0,5 - 1,0

1,0 - 2,0

2,0 - 5,0

> 5,0

0 250 500 Meter

Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen: DHI WASY GmbH
Niederlassung Hamburg
Grimm 8
20457 Hamburg
Deutschland



Datengrundlagen:
Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung
(2D-Modellierung)

Gez.:	Dez. 2020	■
Gepr.:	Dez. 2020	■

Hintergrundkarte:
NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018

Projekt-Nr.: 14805293

Fischbeker Reethen
Starkregenanalyse II
Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Berechnete Fließgeschwindigkeiten bei HQ_{Außergewöhnlich}

Maßstab: 1:5.000

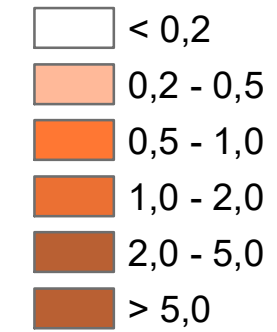
Bearbeitungsdatum:
Hamburg, 01.12.2020



Umrandung Projektgebiet

HQExtrem

Maximale Fließgeschwindigkeiten [m/s]



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N - WKID: 25832 (EPSG)

Hydraulische Berechnungen: DHI WASY GmbH
Niederlassung Hamburg
Grimm 8
20457 Hamburg
Deutschland



Datengrundlagen:
Ergebnisse hydrodynamisch-numerische Berechnung
(2D-Modellierung)

Gez.:	Dez. 2020	■
Gepr.:	Dez. 2020	■

Hintergrundkarte:
NF67 Funktionsplan vom 27.08.2018

Projekt-Nr.: 14805293

Fischbeker Reethen
Starkregenanalyse II
Bebauungsplan Neugraben-Fischbek 67



Berechnete Fließgeschwindigkeiten bei HQ_{Extrem}

Maßstab: 1:5.000

Bearbeitungsdatum:
Hamburg, 01.12.2020