

badenovaKonzept GmbH & Co. KG



Konzeption von Maßnahmen zur hochwassersicheren Erschließung des Baugebiets "Nadelhof" in Stegen

Erläuterungsbericht

Projekt Nr.: F_0725

05.05.2021

badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Zähringer Str. 338 a
79108 Freiburg

**Bearbeiter: M.Sc. Hydrogeologie Veldaes Bardot
M.Sc. Hydrologe Anneke Ewert**



Bötzinger Straße 13
79111 Freiburg
Tel.: 0761 / 47978 – 60
E-Mail: info@itp-freiburg.de
Web: www.itp-freiburg.de

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Daten und Unterlagen	6
3	Untersuchungsgebiet	6
3.1	Lage.....	6
3.2	Einzugsgebiet	7
3.3	Landnutzung	8
3.4	Informationen zum Grundwasserschutz	9
4	Vorgehensweise.....	10
4.1	Schritt 1: Anpassung der Geländeoberfläche – Flächige Schutzmaßnahmen	10
4.1.1	Überflutungsschutzmaßnahmen	12
4.2	Abflussrelevante Strukturen – Linienhafte Überflutungsschutzmaßnahmen	13
4.2.1	Überflutungsschutzmaßnahmen	13
4.3	Schritt 2: 2D-Simulation von Oberflächenabfluss durch Starkregen.....	14
4.3.1	Hydraulisches Simulationsmodell	14
4.3.2	Bearbeitung Grundlagendaten.....	15
4.3.3	Optimierung des Berechnungsnetzes	15
4.3.4	Gebäude	15
4.3.5	Oberflächenrauheit	16
4.3.6	Modellregen.....	17
5	Ergebnisse	18
5.1	Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten.....	19
5.2	Prüfung zur Optimierung innerhalb der geplanten Bebauung (Optimierung B-Plan)20	
5.3	Entwicklung von Maßnahmen zum Schutz von Außengebietszuflüssen.....	21
5.4	Erweiterung der Maßnahmen, sodass auch der unterhalb liegende Bestand geschützt ist	21
5.5	Vergleich Ist und Planzustand	21
5.6	Auswirkung des Baugebiets bei einem Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren	23
6	Ausblick und Zusammenfassung.....	25
7	Quellenverzeichnis	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Rauheitswerte nach Prandtl-Colebrook	17
Tabelle 2: Gefährdungsklassen Überflutungstiefe	19
Tabelle 3: Gefährdungsklassen Fließrichtung und.....	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtslageplan	7
Abbildung 2: Höhenverteilung im Untersuchungsgebiet.....	8
Abbildung 3: Einzugs- und Untersuchungsgebiet mit eingetragener Landnutzung.....	9
Abbildung 4: Digitales Geländemodell (DGM1)	11
Abbildung 5: Maßnahmen zum Schutz vor Außengebietswasser bei Starkregen	12
Abbildung 6: Abflussrelevante Strukturen.....	14
Abbildung 7: Geplante Bebauung.....	16
Abbildung 8: Kumulierte Niederschlagsverteilung.....	18
Abbildung 9: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährigen Bemessungsregen mit Baugebiet ohne Überflutungsschutzmaßnahmen	20
Abbildung 10: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährigen Bemessungsregen ohne Baugebiet.....	22
Abbildung 11: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit sowie Gebäude mit niedriger Überflutungstiefe durch das Baugebiet (grün) für ein 30-jährigen Bemessungsregen mit Schutzmaßnahmen und Baugebiet.....	23
Abbildung 12: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für $T_a=100a$ ohne Baugebiet.....	24
Abbildung 13: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für $T_a=100a$ mit Maßnahmen und Baugebiet	24
Abbildung 14: Anpassung der Kaskaden ausschließlich auf den „10 m Streifen“	26
Abbildung 15: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährigen Bemessungsregen mit Anpassung der Kaskade 3	27

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan zur Starkregengefahrenanalyse des Ortsteils Oberbirken inkl. des Baugebietes 'Nadelhof' in Stegen mit den maximalen Wasserständen für das Niederschlagsereignis mit der Jährlichkeit von 30 Jahren und der Dauer von 60 min, Maßstab 1:2.000

- 2.1 Starkregengefahrenkarte des Baugebietes 'Nadelhof' in Stegen mit den maximalen Wasserständen sowie Fließgeschwindigkeit und -richtung für das Niederschlagsereignis mit der Jährlichkeit von 30 Jahren und der Dauer von 60 min, Maßstab 1:1.000

3. Starkregengefahrenkarten: Gegenüberstellung des Ist- und Planzustands
- 3.1 Starkregengefahrenkarte des Istzustands mit den maximalen Wasserständen sowie Fließgeschwindigkeit und -richtung für das Niederschlagsereignis mit der Jährlichkeit von 30 Jahren und der Dauer von 60 min, Maßstab 1:1.000
- 3.2 Starkregengefahrenkarte des Planzustands mit Darstellung der positiven Auswirkung des Bebauungsgebiets auf die Überflutungssicherheit des Bestands mit den maximalen Wasserständen sowie Fließgeschwindigkeit und -richtung für das Niederschlagsereignis mit der Jährlichkeit von 30 Jahren und der Dauer von 60 min, Maßstab 1:1.000

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Stegen plant die Erschließung und städtebauliche Überplanung für mehrere Flächen im Ortsteil Oberbirken. In diesem Zusammenhang wurden die Flurstücke 92/1, 92/23 und 92/4 (Teil) mit einer Fläche von etwa 18.000 m² im Hinblick auf ihre Eignung als Bauland bewertet.

Die zu erschließenden Flächen befinden sich östlich und südlich des Ortsteils Stegen-Oberbirken. Sie werden derzeit überwiegend als Ackerfläche genutzt. Da die Flächen sich am Fuße des angrenzenden Holzbergs befinden, wurde von der itp Ingenieur GmbH eine Starkregenanalyse zur Ermittlung der Abflusswege und Wassermengen bei Starkregen an dem oben genannten Untersuchungsgebiet durchgeführt.

Die Ergebnisse der Starkregenanalyse zeigten, dass das Bebauungsgebiet „Nadelhof“ abflusssensibel ist und bei Starkregenereignissen von den Außengebieten teilweise überflutet wird. Dabei sind besonders die geplante Bebauung im südlichen Teilbereich sowie Teilbereiche im Norden¹ durch oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser (aus Starkregenereignissen) gefährdet.

Das Außengebietswasser gilt zwar nicht als Abwasser, dennoch ist die Berücksichtigung dieses Wassers, sofern es wie hier, einem erschlossenen Siedlungsgebiet zufließt, kommunale Pflichtaufgabe im Rahmen einer hochwassersicheren Erschließung². Gemäß des Merkblatts DWA M-119³ gilt bei der Neuplanung von Wohngebieten, dass es bei Niederschlagsereignissen von bis zu 20 Jahren Wiederkehrzeit ($T_n = 20$ a) zu keinen Überflutungsschäden kommen sollte.

Darüber hinaus wurde in der Untersuchung festgestellt, dass auch die bestehende Bebauung Oberbirkens von Überflutungen durch Starkregenereignisse betroffen sein kann. Es bedarf somit Maßnahmen, um dieses Außengebietswasser zu berücksichtigen und eine hochwassersichere Erschließung zu gewährleisten. Zudem soll sichergestellt werden, dass diese Maßnahmen für die bestehende unterhalb liegende Bebauung keine nachteiligen Abflusssituationen hervorrufen.

¹ itp Ingenieur GmbH (2020): Erschließung Baugebiet „Nadelhof“ in Stegen, Erläuterungsbericht.

² BHG, Urteil vom 18.02.1999 - III ZR 272/969.

³ DWA (2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Merkblatt M 119, Hennef, Germany.

2 Daten und Unterlagen

Bei der Bearbeitung wurden folgende Grundlagendaten verwendet:

- Digitales Geländemodell 1 x 1 m Auflösung (DGM1)
- Orthophotos (10 cm Auflösung)

Beide Produkte wurden für eine Fläche von 2 km² beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung BW (LGL) gekauft.

- Fließgewässer (AWGN)
(LUBW (Stand der Geodaten 31.05.2019))
- Grundlageplan des Neubaugebiets Nadelhof
(itp Ingenieur GmbH. Stand 19.02.2021)
- ALKIS Daten
(ALKIS/ATKIS Basis-DLM-Daten von der Kommune geliefert (Stand: 07.07.2020))
- KOSTRA-DWD 2010R
(Deutscher Wetterdienst)

Für die Verarbeitung der Daten und Erstellung der Starkregengefahrenkarten wurde folgende Software genutzt:

- ++ System ISAR mit dem hydrodynamischen Oberflächenabflussmodell GeoCPM von tandler
- QGIS 3.16.0-Hannover (Modellvorbereitung, Visualisierung)
- SAGA GIS
- GRASS GIS

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Lage

Die Gemeinde Stegen liegt im Südschwarzwald, etwa 10 km östlich von Freiburg. Sie befindet sich im oberen Dreisamtal, nördlich des Zusammenflusses von Rotbach und Wagensteigbach zur Dreisam. Die Gemeinde Stegen setzt sich aus den ehemals selbstständigen Gemeinden Stegen, Eschbach und Wittental zusammen und hat eine Fläche von 26,3 km². Etwa 700 m östlich von Stegen liegt der Ortsteil Oberbirken, in welchem sich das Baugebiet befindet.

Das geplante Baugebiet befindet sich im Südosten von Oberbirken. Insgesamt hat es eine Fläche von ca. 2,15 ha (siehe Abbildung 1), welche in zwei Teile getrennt ist: Der nördliche Teil weist eine Größe von ca. 9.800 m² und der südliche eine Fläche von ca. 11.700 m² auf. Die Flächen befinden sich auf einer Höhe von 400 m ü. NHN auf einer Ebene am Fuße eines Hanges.

Östlich der Flächen erhebt sich der Holzberg mit einer Höhe von ca. 570 m ü. NHN (s. Abbildung 1).

Das zu erschließende Baugebiet grenzt im Osten und Süden an die umliegenden Felder und Weiden an. Im Westen und Norden des Untersuchungsgebietes schließt sich die Bestandsbebauung von Oberbirken an. Die Teilflächen werden durch einen bereits bestehenden landwirtschaftlichen Betrieb sowie zwei Straßen voneinander getrennt.

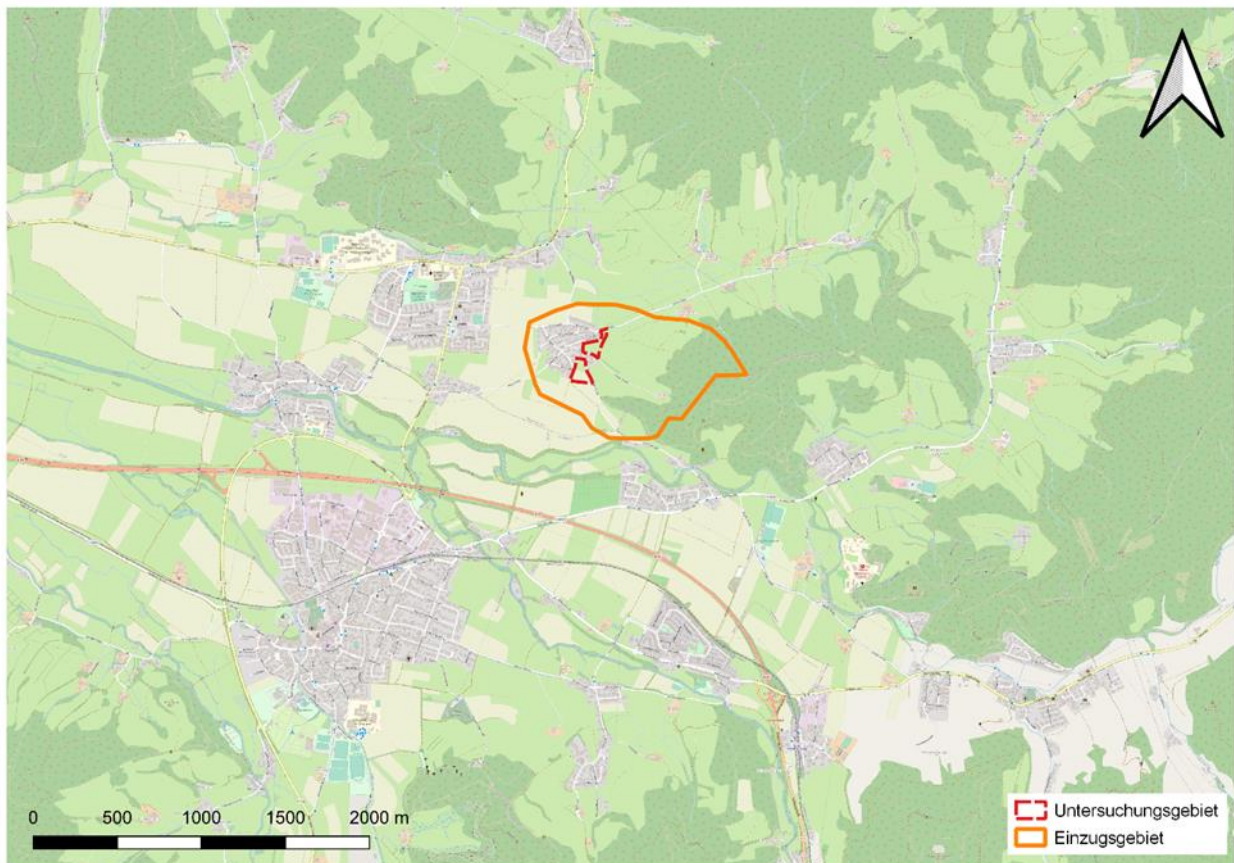


Abbildung 1: Übersichtslageplan

3.2 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet (EZG) der Untersuchungsfläche ergibt sich aus der Topografie des umliegenden Gebietes von Oberbirken. Als seine Grenze gelten die Punkte, von denen abfließendes Wasser nicht mehr dem Erschließungsgebiet zufließt. Für das Untersuchungsgebiet „Nadelhof“ ergibt sich somit eine zu entwässernde Fläche von ca. 0,7 km² (siehe Abbildung 2). Das EZG weist von Westen nach Osten einen Höhenunterschied von ca. 160 m auf (West: ca. 400 m ü. NHN; Ost: ca. 560 m ü. NHN). Das einzige fließgewässer in dem Gebiet ist der Rechtenbach, der nordöstlich von Oberbirken verläuft.

Die zu erschließende Fläche befindet sich weitgehend westlich in Tallage des EZG. Einige Gräben und der Rechtenbach verlaufen durch das nördliche Untersuchungsgebiet. Diese werden im Rahmen der Implementierung abflussrelevanter Strukturen erläutert (Kap. 4.2.4).

Da es sich im Rahmen der Untersuchung um eine Starkregenanalyse handelt, ist eine ausschließliche Betrachtung des Erschließungsgebietes wenig sinnvoll, sondern vielmehr die Gesamtbeurteilung des Einzugsgebietes. Im Folgenden wird daher die komplette Einzugsgebietsfläche näher betrachtet.



Abbildung 2: Höhenverteilung im Untersuchungsgebiet

3.3 Landnutzung

Für die Untersuchungsfläche wird die spätere Bebauung nach dem Grundlageplan für die Erschließung Nadelhof als Landnutzung angenommen. Insbesondere folgende Landnutzungen befinden sich in diesem Bereich: Wohngebiet, Gebäude, Straßen, Parkplätze, Wege und öffentliches Grün.

Das gesamte Einzugsgebiet hingegen zeigt eine Mischung aus Äckern, Wiesen und Wald (Abbildung 3). Im Nordwesten befindet sich das Siedlungsgebiet Oberbirken. Das Vorkommen der Äcker konzentriert sich auf die Talebene, rund um die Bestandsbebauung von Oberbirken. Die Hänge weisen im unteren Abschnitt Wiesen, die als Viehweiden genutzt werden und in den oberen Abschnitten Wald auf.

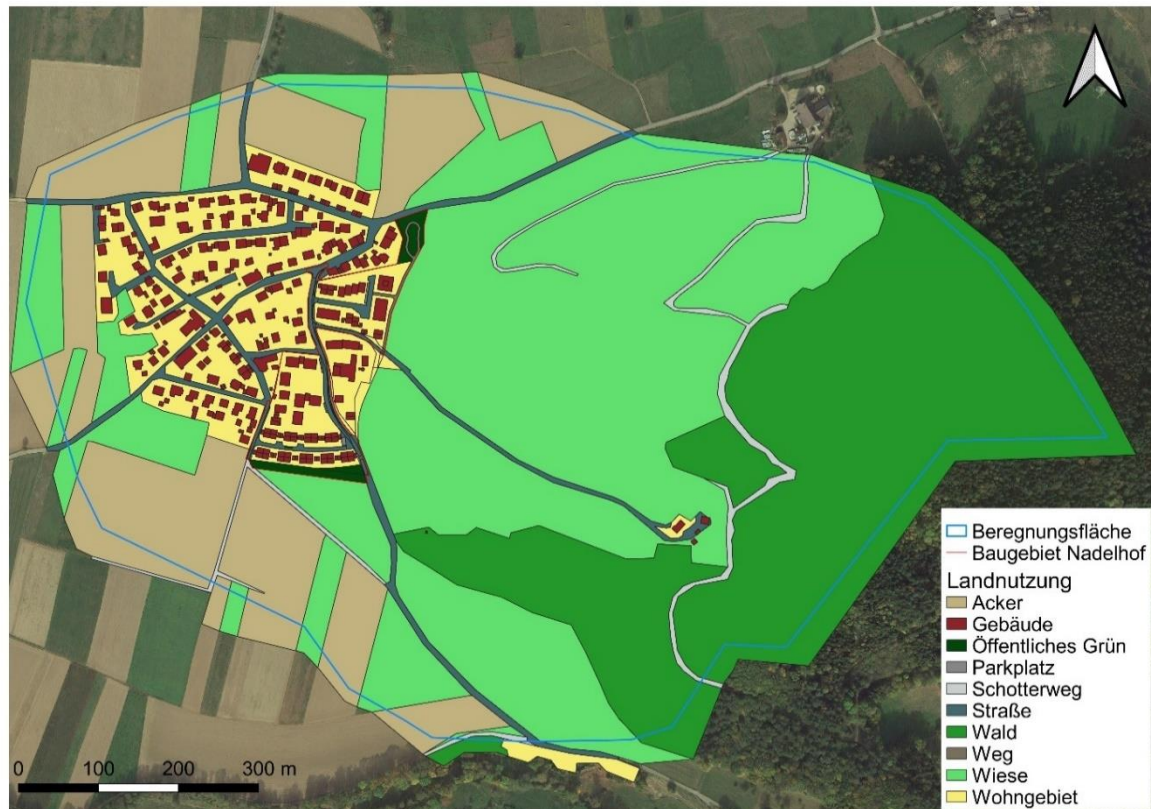


Abbildung 3: Einzugs- und Untersuchungsgebiet mit eingetragener Landnutzung

3.4 Informationen zum Grundwasserschutz

Der Grundwasserspiegel in Stegen-Oberbirken liegt im Allgemeinen tief und wurde z. B. von einem Gemeindevertreter bei Untersuchungen im Neubaugebiet nördlich der Schulstraße mit ca. 28-30 m unter Geländeoberfläche angegeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Grundwasser für Bauvorhaben in diesem Bereich nicht relevant ist. In den Bodenschürfen wurde folgerichtig während der Geländearbeiten bis in eine Tiefe von 1,5 m kein Grundwasser angetroffen.

Im Rahmen eines Bodengutachtens der Firma solum, Büro für boden + geologie, wurde die Versickerungsfähigkeit des Bodens im Gelände ermittelt und im Hinblick auf die Planung und Genehmigung von vorgesehenen Versickerungsanlagen beurteilt. Insgesamt wurde der Boden an fünf Schürfgruben durch Baggerschürfung bis zum Unterboden aus Decklehm bzw. Untergrund aus Schwarzwaldkies freigelegt und untersucht. Nach dem Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg 1999, ist die Versickerung in beiden Schichten „gut möglich“. Ergebnis des Gutachtens ist, dass unter Berücksichtigung der geotechnischen Untersuchungen sowie der o.g. Empfehlungen das anfallende Regenwasser im Plangebiet „Nadelhof“ versickert werden kann⁴.

⁴ solum, büro für boden + geologie (2020): Bericht 2020_086, Bebauungsplan „Nadelhof“, Stegen, Bodengutachten zur Versickerungsfähigkeit.

4 Vorgehensweise

Basis für die Untersuchung ist das bereits vorhandene 2D-Hydraulikmodell. Dieses kann verändert und angepasst werden. Ziel dieser Veränderungen ist es, Maßnahmen für eine Beseitigung potenzieller Überflutungsflächen zu erarbeiten und die Auswirkungen modelltechnisch zu überprüfen.

Der besseren Übersicht halber ist die Vorgehensweise in drei Schritte unterteilt. In der Bearbeitung beeinflussen sich diese jedoch gegenseitig und der Findungsprozess zu der Gesamtmaßnahme erfolgt in iterativer Art. So werden einige Maßnahmenvarianten und deren Kombinationen in den Modellsimulationen getestet und optimiert, bis die Gesamtvorzugsvariante entwickelt ist. Es handelt sich hierbei um einen zeitlich aufwendigen Rechenprozess, da jede Variantenberechnung mehrere Stunden Rechenzeit beansprucht.

Für jede Variante wird zuerst das DGM angepasst (Kapitel 4.1) und anschließend eine 2D-Simulation des Oberflächenabflusses bei Starkregen durchgeführt (Kapitel 4.2). Beschrieben wird im Folgenden die abschließende Variante, die umgesetzt werden soll.

4.1 Schritt 1: Anpassung der Geländeoberfläche – Flächige Schutzmaßnahmen

Grundlage für ein realitätsnahes hochwassersicheres Konzept ist ein plausibilisiertes digitales Geländemodell (DGM). Für die Untersuchung greifen wir auf die die Laserscandaten des Landes Baden-Württemberg im Raster 1 x 1 m (DGM1) zurück. Diese werden vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) kostenpflichtig zur Verfügung gestellt.

Das digitale Geländemodell weist eine Rasterweite von 1 m auf. Die aktuell verfügbaren Daten stammen von Laserscanbefliegungen des LGL vom 17.03.2017 bis 26.03.2017. Dabei wurden durchschnittlich 8 Messpunkte pro Quadratmeter erfasst. Die durchschnittliche Höhengenaugigkeit der Rasterpunkte liegt bei $>0,5 \text{ m}^5$. Das Untersuchungsgebiet hat eine Fläche von ca. $0,021 \text{ km}^2$. Die Anpassung des DGM erfolgte im Geoinformationssystem QGIS.

⁵ Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2020): DGM aus ALS (Airborne Laser Scanning) 2016, <https://www.lgl-bw.de/unsere-themen/Produkte/Geodaten/Digitale-Gelaendemodelle/>.

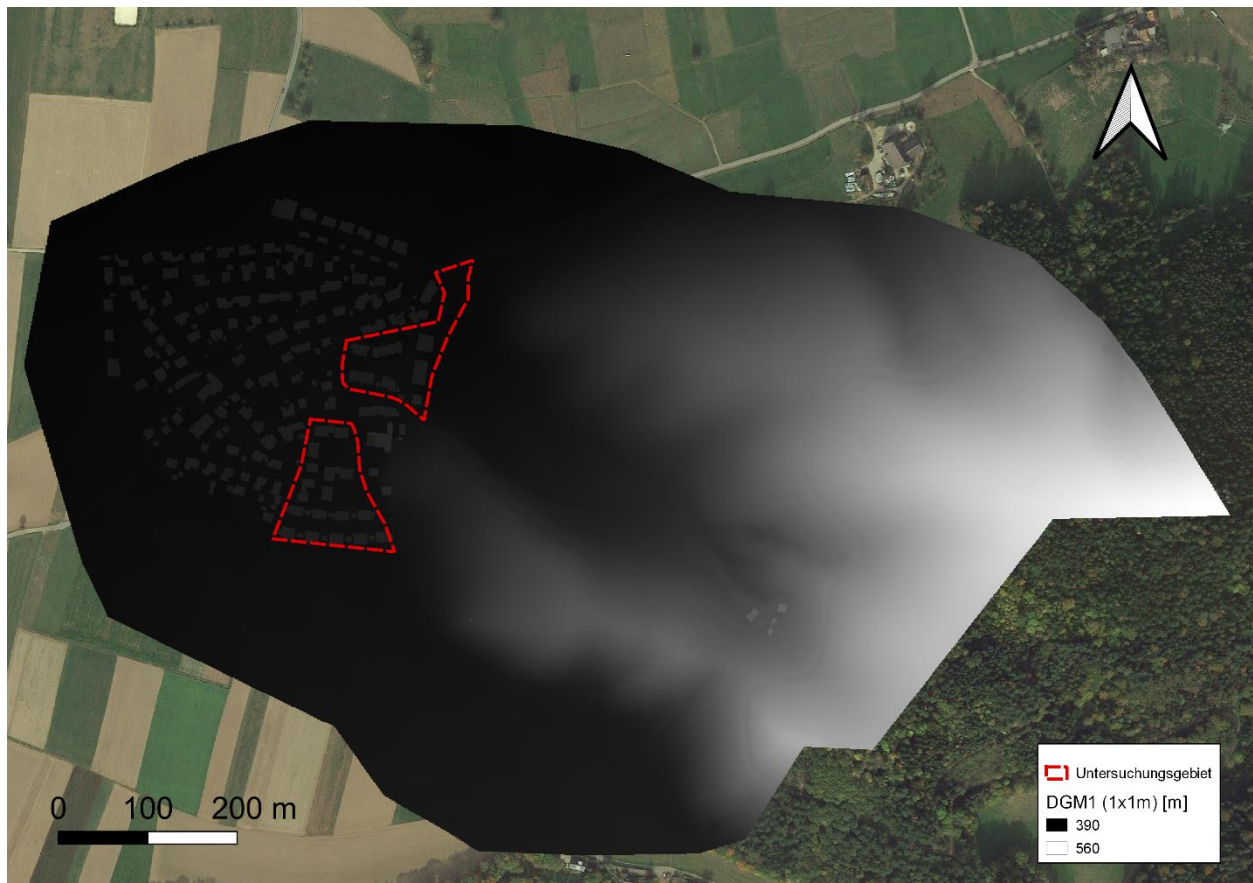


Abbildung 4: Digitales Geländemodell (DGM1)

In einem ersten Schritt soll die Geländeoberfläche des Neubaugebiets in der Höhe angepasst werden, um so dem Hochwasserschutz förderlich zu sein. Hier sollen zuerst ausschließlich die Straßenhöhen und Grünstreifen des Neubaugebiet identifiziert und angepasst werden. Diese Daten wurden basierend auf dem offiziellen Grundlageplan plausibilisiert und, wenn nötig, ergänzt.

Gemäß den Bebauungsvorschriften gilt: „Als Erdgeschossfußbodenhöhe die Oberkante des Rohfußbodens. Die maximale Erdgeschossfußbodenhöhe der Hauptgebäude wird auf 0,30 m über Oberkante der zugehörigen Erschließungsstraße festgesetzt. Maßgebend ist die in der Planzeichnung festgesetzte Höhe der zugehörigen Erschließungsstraße (Fahrbahnmitte) an der Mitte des Gebäudes (senkrecht zur Straße gemessen); zwischen den in der Planzeichnung festgesetzten Höhenpunkten ist linear zu interpolieren. Bei Grundstücken, die an mehreren Erschließungsstraßen liegen, ist die Erschließungsstraße maßgebend, von der aus der tatsächlichen Erschließung erfolgt. Bei Grundstücken, die nur über den Wendehammer erschlossen werden, ist die nächstgelegene eingetragene Straßenhöhe maßgebend.“

Die Straßenhöhen waren als Punktdaten gegeben, daher wurde eine lineare Interpolation dieser Punkte durchgeführt. Um keinen Versatz zum Bestandsgebiet zu erhalten, wurden Höhenpunkte des Ist-Zustands am Rand des Baugebiets Nadelhof mit einbezogen. Diese neuen Daten wurden danach als Rasterdaten auf dem gesamten Gebiet übertragen.

4.1.1 Überflutungsschutzmaßnahmen

Der zweite Schritt beinhaltet die Entwicklung von Maßnahmen zum Schutz von Außengebietszuflüssen. In der geplanten Freifläche für den Kindergarten und die Demenzeinrichtung wurde eine multifunktionale Retentionsfläche zum Rückhalt von Starkregen ausgebildet (siehe Abbildung 5). Gemäß der Veröffentlichung „Multifunktionale Retentionsflächen - Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb“⁶ muss der Entwurf solcher Strukturen definierten Grundsätzen folgen. Gemäß DIN 18034 sollte die maximale Einstautiefe bei Spielplätzen nicht tiefer als 40 cm sein⁷. Eine multifunktionale Retentionsfläche wurde entsprechend ausgebildet und im DGM mit einer Höhe von 40 cm und einer Fläche von 414 m² eingebrannt. Trotz der geplanten Retentionsfläche besteht ein durch den Abfluss des Hangwassers verursachtes Überstaurisiko. Zur Vermeidung von Schäden wird ein gezielter Überstau/Notauslass (12 m lang, 1 m breit und 40 cm tief) geschaffen, der das Wasser in den Rechtenbach weiterleitet.

Im südlichen Teil fließt das Außengebietswasser aus Südosten zu. Um den Abfluss von der Bebauung fernzuhalten, ist eine multifunktionale Flächennutzung des öffentlichen Grüns vorgesehen. Diese wird in Form einer dreistufigen Retentions-Kaskade (insgesamt 1.495 m²) umgesetzt. Die Tiefe der einzelnen Kaskaden beträgt jeweils 40 cm (siehe Abbildung 5).



Abbildung 5: Maßnahmen zum Schutz vor Außengebietswasser bei Starkregen

⁶ Benden, J.; Broesi, R.; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.

⁷ DIN e.V. (Hrsg.) (DIN 18034-1:2020-10, 2020): DIN 18034-1:2020-10, Spielplätze und Freiräume zum Spielen - Teil 1: Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb, Beuth-Verlag, Berlin, 2020.

Die Wirksamkeit der o.g. Maßnahmen werden im dritten Schritt überprüft und, falls nicht ausreichend, so erweitert, dass der untenliegende Bestand auch geschützt ist. Die Simulationsergebnisse gewährleisten, dass der Abfluss im nördlichen Teil mit der Retentionsfläche gefasst wird und überflutungssicher in den Rechtenbach eingeleitet wird. Um das östlichste Gebäude im Bestand zu schützen wird u.a. der Graben vor dem Haus im DGM entfernt (rote Linie Abbildung 5). Der ehemalige Graben wird durch die multifunktionale Retentionsfläche und einem neuen Notüberlauf ersetzt.

4.2 Abflussrelevante Strukturen – Linienhafte Überflutungsschutzmaßnahmen

Zur Darstellung von Häuserwänden, hohen Bordsteinen oder Mauern werden Bruchkanten als Hilfsmittel benötigt, um den vertikalen Versatz modellieren und als Fließhindernis in das Modell einbauen zu können. Bei einer Bruchkante handelt es sich um eine Linie, entlang der es zu einem abrupten Versatz der Höhen kommt. Für das Modell wurden nur Bruchkanten mit einer Abflussrelevanz berücksichtigt.

Für die modelltechnische Starkregenanalyse wurden die folgenden abflussrelevanten Geländestructuren identifiziert und in das hydraulische Modell eingepflegt:

- Gebäude
- Mauern/Fließhindernisse
- Böschungen
- Wälle

Den Böschungen wird keine Bruchkantenhöhe zugewiesen, sie werden einzig zur Verfeinerung der Modellierung eingefügt.

Zusätzlich zu den bereits in der Starkregenanalyse eingefügten abflussrelevanten Strukturen wurden zwei weitere 30 cm hohe Mauern in die Bestandsbebauung aufgenommen und in das Modell integriert.

4.2.1 Überflutungsschutzmaßnahmen

Zum zukünftigen Schutz der Bestandsbebauung wurde am nördlichsten Gebäude die bereits vorhandene 40 cm hohe Mauer erweitert. Ebenso wurde ein Wall südlich des Neubaugebietes mit einer Höhe von 50 cm und Länge von 50 m modelliert.

Die Lage, der in das Modell integrierten, abflussrelevanten Strukturen können Abbildung 6 entnommen werden.



Abbildung 6: Abflussrelevante Strukturen

4.3 Schritt 2: 2D-Simulation von Oberflächenabfluss durch Starkregen

4.3.1 Hydraulisches Simulationsmodell

Für die hydraulische Modellierung kam die Software ++Systems in Verbindung mit dem Modul GeoCPM der Fa. Tandler.com GmbH zum Einsatz. GeoCPM stellt Werkzeuge und Berechnungsverfahren zur Simulation von Überflutungen bzw. Oberflächenabflüssen in urbanen Gebieten zur Verfügung und kann mit Kanalberechnungen über DYNA bidirektional gekoppelt werden. Die Berechnungen wurden zweidimensional (2D) instationär durchgeführt.

GeoCPM berechnet die Abflussvorgänge auf der Oberfläche mithilfe der Saint-Venant'schen Differentialgleichung. Der Berechnungsansatz entspricht der vollwertigen zweidimensionalen Flachwassergleichung. Es werden keine Terme des genannten Gleichungssystems vernachlässigt oder vereinfacht.

Im Unterschied zum digitalen Geländemodell können Bruchkanten in GeoCPM neben einer Geländehöhe auch einen vertikalen Versatz aufweisen. Mit GeoCPM wurden diese ergänzenden Strukturen mit kompatiblen Bruchlinienstrukturen modelliert. Während einer Ortsbegehung wurden die entsprechenden Höhen geprüft.

4.3.2 Bearbeitung Grundlagendaten

Während der vorhergehenden Starkregenanalyse wurden auf Grundlage einer Ortsbegehung, Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS-Daten) und Luftbildern das Geländemodell und die Grundlagendaten angepasst. Mithilfe einer zweiten Ortsbegehung wurden weitere abflussrelevante Strukturen (z.B. Mauern) geortet, vermessen und im Modell eingepflegt. Das Oberflächenmodell des Untersuchungsgebietes wurde mittels des Grundlageplan ergänzt und angepasst. Die relevanten Grundlagendaten dieser Erschließung für die GeoCPM-Berechnung waren die neuen Höhen des Grünstreifens, die neue Bebauung und die neuen Landnutzungen. Die geplante Bebauung wurde mit der bestehenden Bebauung zusammengefügt und als Häuserbruchkante in GeoCPM erstellt. Landnutzungen und andere Daten zur Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Versickerungsdaten) können den Dreiecken als Eigenschaften direkt zugewiesen werden.

4.3.3 Optimierung des Berechnungsnetzes

Um eine rechentechnisch geeignete und effektiv zu verarbeitende Dreiecksvermaschung zu erreichen, müssen die verwendeten Höhenpunkte in GeoCPM geprüft und optimiert werden. Hierzu können Grenzwerte für den Mindestabstand der Punkte zueinander und zu Bruchkanten, wie auch Mindestgrößen für gebildete Dreiecke eingestellt werden. Zur Erhaltung eines möglichst hohen Detailgrades wurden eine Mindestfläche der gebildeten Dreiecke von 0,25 m² und ein Mindestabstand zwischen Höhenpunkten und Bruchkanten von 0,5 m als Kriterien verwendet. Alle verwendeten Bruchkanten weisen zudem Stützpunkte mit Abständen von maximal 0,5 m zueinander auf, um eine berechnungstechnisch günstige Dreiecksbildung zu erlauben.

Durch die Optimierung wird vermieden, dass innerhalb der Triangulation geometrisch ungeeignete bzw. zu spitze Dreiecksflächen gebildet werden.

4.3.4 Gebäude

Gebäude spielen in einer Abflusssimulation sowohl als Fließhindernisse wie auch als berechnete (bzw. mit Abflusswerten beaufschlagte) Flächen eine Rolle. Dazu werden die Gebäudebegrenzungen als Bruchkanten in das Modell eingepflegt und mit einem 10 m großen vertikalen Versatz versehen. In GeoCPM werden bei der Simulation die OAK-Werte der Gebäudeflächen in einem automatisierten Vorgang gleichmäßig auf die angrenzenden Berechnungselemente verteilt.

Die geplante Bebauung wurde mit der bestehenden Bebauung zusammengefügt und als Häuserbruchkante in GeoCPM erstellt.



Abbildung 7: Geplante Bebauung

4.3.5 Oberflächenrauheit

Die Abflussgeschwindigkeit ist abhängig von der Oberflächenrauheit. Zur Durchführung der Oberflächenabflussberechnung wurden daher den Berechnungseinheiten (Dreiecke) Rauheitsbeiwerte zur Beschreibung des Fließwiderstandes zugewiesen. Durch eine unzutreffende Parameterwahl können Abflüsse, Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten in eklatantem Maße über- oder unterschätzt werden. Pauschale Oberflächenrauheiten ohne Flächendifferenzierung sind daher nicht sachgerecht.

In GeoCPM werden zur Berechnung modifizierte Rauheitsbeiwerte nach Prandtl & Colebrook mit der Einheit mm verwendet. Bei den Rauheitsbeiwerten nach Prandtl & Colebrook handelt es sich um absolute Werte, die als Materialeigenschaft anzusehen sind.

Im Untersuchungsgebiet wurde zwischen der Landnutzung als Acker, Schotterweg, Straße, Wald, Wiese und Wohngebiet unterschieden. Ihnen wurden Rauheitsbeiwerte nach Literaturangaben von Prof. Dr. Dieter Knauf und nach orientierender Empfehlung durch den Softwarelieferanten aus Erfahrungswerten zugeordnet⁸. Die von der itp Ingenieur GmbH gewählten Rauheitswerte

⁸ Knauf, D. (2003): Zusammenhang zwischen Rauheitsbeiwerten nach Gauckler- Manning-Strickler und den äquivalenten Rauheitsbeiwerten nach Prandtl-Colebrook im hydraulisch rauen Bereich, <https://doi.org/10.1007/BF03247269>, <http://www.psw-knauf.de/download/Bildbeispiele-Rauheitsklassen.pdf>

befinden sich innerhalb der Spannbreiten nach Colebrook-White, welche in der Entwurfsfassung der Checkliste zur „Plausibilisierung von Starkregengefahrenkarten (SRGK) durch die Unteren Wasserbehörden“ vom 23.05.2019 genannt sind.

Die verwendeten Rauheitswerte wurden mit Bedacht gewählt. Zum einen reagiert die eingesetzte Software ++Systems (GeoCPM) erfahrungsgemäß bei höheren Rauheitsbeiwerten mit einer Unterschätzung der Abflussquoten. Zum anderen wurden die Rauheitsbeiwerte im Rahmen des Workshops „Erfahrungsaustausch im Bereich der Modellierung von Starkregengefahrenkarten“ bei der LUBW (27.09.2018) fachlich diskutiert. Es stellte sich heraus, dass die hier verwendeten Rauheitsbeiwerte Abflüsse generieren, welche sich im mittleren Segment befinden.

Anhand der zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten, den Nutzungsdaten zum Digitalen Landschaftsmodell (Basis-DLM), der Luftbilder bzw. Orthofotos und der Fotodokumentation, erfolgte in einem geographischen Informationssystem (GIS) eine flächendeckende Aufteilung des Arbeitsgebietes nach den oben genannten Kategorien (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Verwendete Rauheitswerte nach Prandtl-Colebrook

Rauheitsbeiwerte k [mm]	Oberflächenstruktur
5	Straße
8	Gebäude
20	Parkplatz (Pflaster)
20	Weg (Pflaster)
60	Schotterweg
60	Wohngebiet
80	Öffentliches Grün
100	Wiese
200	Acker
300	Wald

4.3.6 Modellregen

Ziel ist eine hochwassersichere Erschließung für den gewählten Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren. Dabei wird das für die Region berechnete seltene Ereignis ($T_n = 30$ a) aus den Daten des KOSTRA-DWD-2010R (Zelle S17/Z95)⁹ ausgewählt.

Basierend auf dem o.g. zeitlichen kumulativen Verlauf der Stundenniederschläge entspricht das seltene Niederschlagsereignis ($T_n = 30$ a) für Stegen einer Menge von 50,5 mm/h (s. Abbildung 8). Die Simulation beinhaltet für das seltene Szenario eine Stunde Niederschlag und eine Stunde Nachlaufzeit.

⁹ Deutscher Wetterdienst, <https://www.dwd.de>

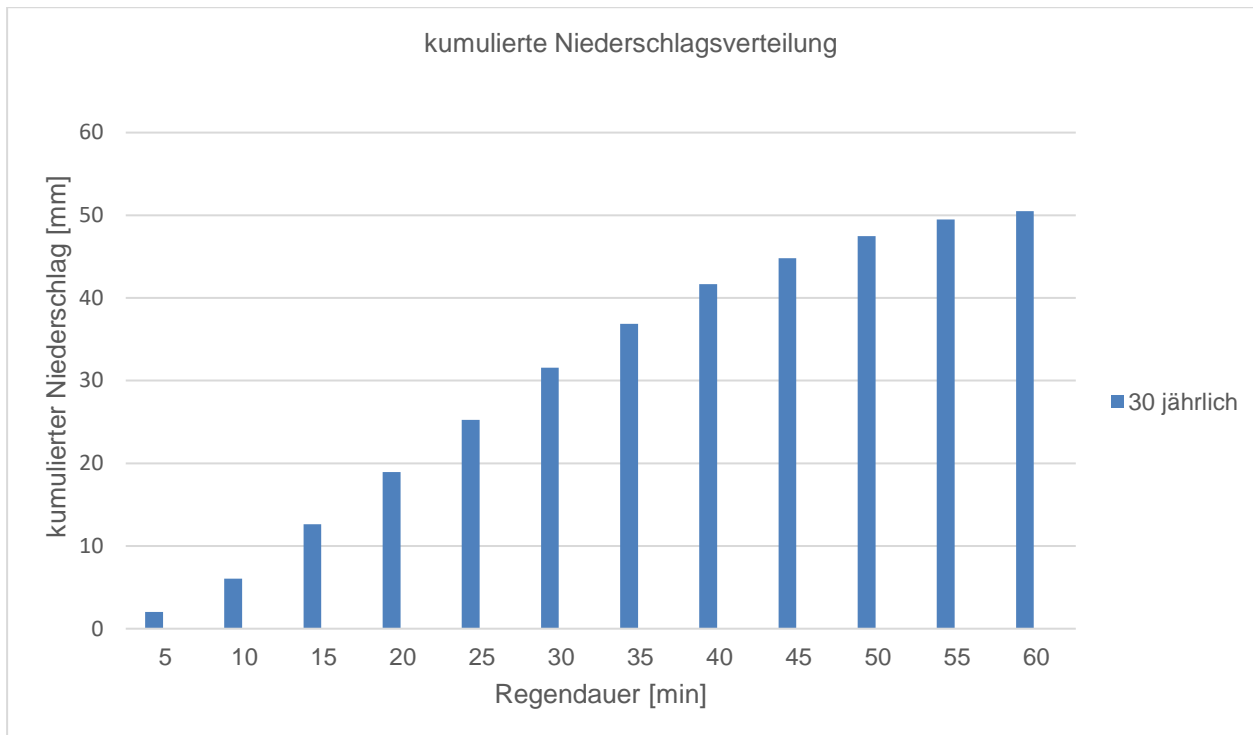


Abbildung 8: Kumulierte Niederschlagsverteilung

Das ermittelte Einzugsgebiet des erstellten Geländemodells wird dabei direkt berechnet. Für eine realitätsnähere Abbildung der Abflussprozesse sind für das Modell allerdings die „Effektivniederschläge“ zu ermitteln und zu berücksichtigen. Der Effektivniederschlag wird maßgeblich durch die Versickerung des Wassers in den Boden sowie durch die Landnutzung mit entsprechenden Interzeption-, Mulden- und Benetzungsverlusten bestimmt. Eine Abstufung erfolgte daher gemäß der dargelegten Landnutzung.

Als Ergebnis erhält man für jedes Szenario die Ausdehnung der Überflutungen, die Überflutungstiefen und die Fließgeschwindigkeiten.

5 Ergebnisse

Die Gefahrenkarten aus der 2D-Oberflächenabflussmodellierung stellen die zu erwartenden Abflussverhältnisse und Überflutungszustände dar. Insbesondere zeigen sie die in besonderem Maße von Überflutungen betroffenen Areale auf. Jede der gerechneten Überflutungsschutzmaßnahmen wird für das seltene Szenario (30 a) bzw. die entsprechenden Oberflächenabflussereignisse gerechnet und mit folgenden Parametern beschrieben:

- Überflutungsausdehnung
- Überflutungstiefe [m]
- Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung [m/s].

Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Darstellung der Maximalwerte über das Gesamt ereignis je Szenario.

5.1 Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten

Die Überflutungstiefen sind entscheidend für die möglichen Eintrittswege des Wassers in Gebäude. Die klassische Einteilung der Überflutungstiefen mit steigenden Farbintensitäten ist in Tabelle 2 dargestellt. Nach Vorgaben/Empfehlungen der LUBW stellen Überflutungstiefen bis 10 cm bei nicht ebenerdigen Kellerfenstern oder erhöhten Lichtschächten meist keine Gefährdung dar. Hingegen kann bei Überflutungstiefen zwischen 10 und 50 cm das Wasser durch Bauwerksöffnungen in Gebäude eindringen. Jedoch sind bei dieser Überflutungstiefe die statischen Druckkräfte noch gering, sodass sie durch einfache Dichtungen gut abgehalten werden können. Bei Überflutungstiefen von 50 bis 100 cm steigt der statische Druck an, sodass Dichtungen, vor allem bei nach innen zu öffnenden Türen, versagen können. Bei Überflutungstiefen über 1 m kann das Wasser oft durch zusätzliche Öffnungen in Gebäude eindringen¹⁰.

Die Darstellung von Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung ist wichtig, da die Wirkung der dynamischen Strömungskräfte auf Gebäude und auf Menschen mit steigender Geschwindigkeit stark zunimmt. Zur Darstellung der relevanten Fließgeschwindigkeit wird eine Einteilung in drei Klassen in Form von farbigen Pfeilen vorgenommen (Tabelle 3). Bei Fließgeschwindigkeiten von 0 bis 0,2 m/s spielen die dynamischen Strömungskräfte kaum eine Rolle. Bereits bei Geschwindigkeiten von 0,5 bis 2 m/s stellt das Durchqueren von Abflusswegen eine große Gefahr für Leib und Leben dar. Bei Fließgeschwindigkeiten über 2 m/s können Gebäude durch Unterspülung oder Bruch von Wänden beschädigt werden. Weiterhin können Türen aufgedrückt und bei entsprechenden Wasserhöhen auch Fenster und Wände durch mitgeführtes Geschiebe eingedrückt werden.

Die mehrstufigen Skalen mit steigenden Farbintensitäten ermöglichen die Unterscheidbarkeit der einzelnen Tiefen- bzw. Gefährdungsklassen.

Tabelle 2: Gefährdungsklassen Überflutungstiefe








Kategorie	Überflutungstiefe
	5 - 10 cm
	10 – 50 cm
	50 – 100 cm
	> 100 cm

Tabelle 3: Gefährdungsklassen Fließrichtung und -geschwindigkeit

Kategorie	Fließrichtung und -geschwindigkeit
	> 0,2 -0,5 m/s
	> 0,5 – 2,0 m/s
	> 2,0 m/s

¹⁰ LUBW (2016): Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

5.2 Prüfung zur Optimierung innerhalb der geplanten Bebauung (Optimierung B-Plan)

Durch die Konstruktion des Neubaugebiets ändert sich die Abflusssituation bei Starkregen in Oberbirken. Im nördlichen Bereich fließt Wasser mit 0,2 bis 2 m/s über das öffentliche Grün Richtung Rechtenbach. Am westlichsten Bestandsgebäude der Straße Rechtenbach staut sich das Wasser mit einer Überflutungstiefe von 10 bis 50 cm. Weiterhin sammelt sich im Modell teilweise Wasser an den geplanten Häusern im Neubaugebiet mit Überflutungstiefen von 10 bis 50 cm (s. Abbildung 9). Diese sind jedoch eher der flächigen Annahmen zwischen den Straßen über die Grundstücke hinweg geschuldet und sollten durch eine sinnvolle feinskalige Geländemodellierung innerhalb der einzelnen Baugrundstücke behoben sein.

Im südlichen Teil sammelt sich Wasser an südlichsten geplanten Gebäuden des Neubaugebiets mit Überflutungstiefen von 5 bis 50 cm. Weiterhin fließt Außengebietswasser in die Straße Unterbirken und staut sich am ersten Bestandsgebäude dieser Straße. Allein das Baugebiet verbessert den Überflutungsschutz der Bestandsbebauung, zur Optimierung wurden jedoch die in Kapitel 4 erklären Überflutungsschutzmaßnahmen konstruiert.

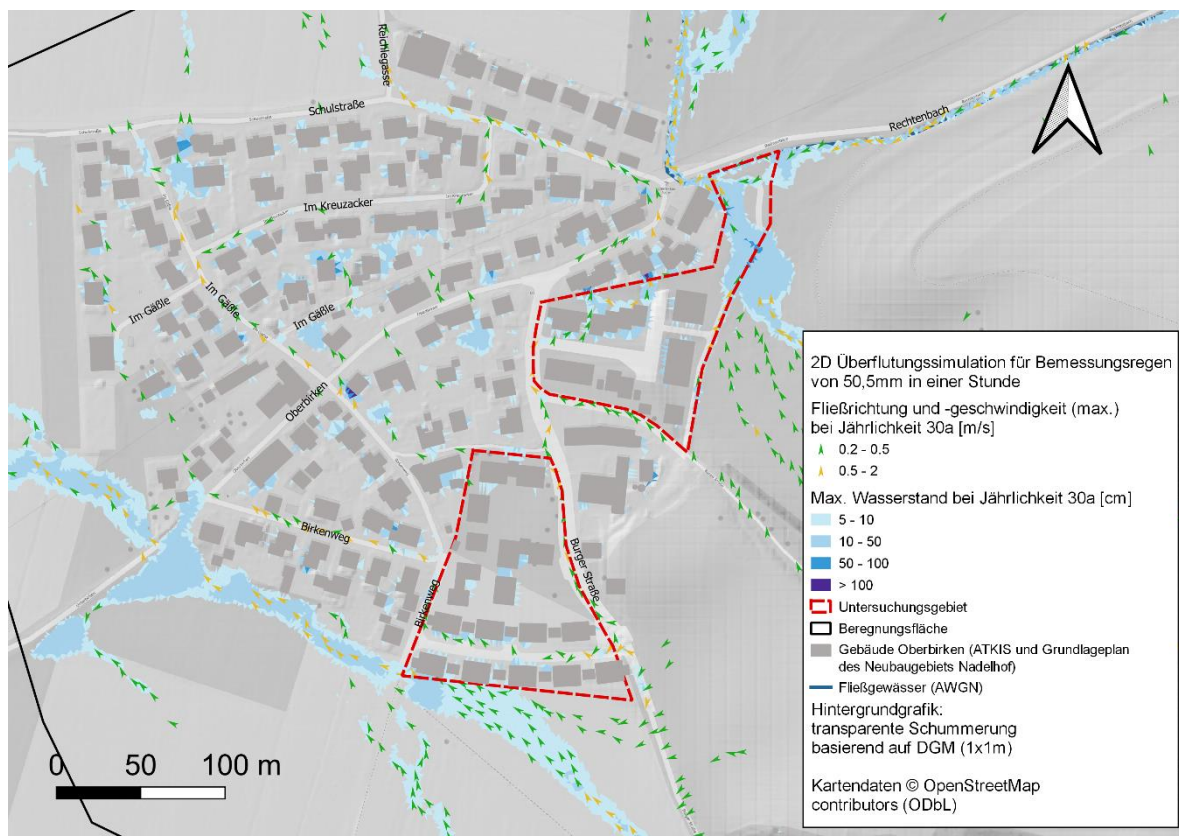


Abbildung 9: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährigen Bemessungsregen mit Baugebiet ohne Überflutungsschutzmaßnahmen

5.3 Entwicklung von Maßnahmen zum Schutz von Außengebietszuflüssen

Im nördlichen Teil des Neubaugebiets wird durch die multifunktionale Flächennutzung das aus Süd-Ost zuströmende Außengebietswasser aufgefangen. Entlang des betrachteten Bereichs verläuft ein Graben, der weiterhin funktioniert und Hangwasser Richtung Multifunktionale Fläche leitet. Der maximale Wasserstand in der Fläche liegt zwischen 50 cm und 1 m. An den Häusern im Neubaugebiet sammelt sich kein Wasser, vereinzelt steht Wasser auf den Freiflächen. Das Wasser fließt aus der multifunktionalen Fläche in den Rechtenbach. Die Fließgeschwindigkeit liegt zwischen 0,2 und 2 m/s (s. Abbildung 11).

Im südlichen Teil des Neubaugebiets schützt ein nach Süden gekehrter Wall in Kombination mit einer dreistufigen Kaskade das Neubaugebiet vor Starkregen. Im untersten Bereich der Kaskade bilden sich Wasserstände von maximal 50 cm bis 1 m, da die 40 cm tiefe Kaskade hier von einem 50 cm hohen Wall umschlossen ist. Dies ist ein Sonderfall bei dem höher eingestaut wird als bei den beiden östlicheren Kaskaden. Eventuell müssen bei der Umsetzung entsprechenden Schutzmaßnahmen wie Hinweisschilder oder ggf. ein Zaun angebracht werden. Die höher gelegenen östlichen Kaskaden haben entsprechen ihrer Konstruktion eine maximale Einstautiefe von 40 cm. Im Neubaugebiet kommt es vereinzelt zu Wasserständen von 5 bis 10 cm. Die Fließgeschwindigkeit liegt zwischen 0,2 und 2 m/s. Dabei fließt das Wasser von Ost nach West.

5.4 Erweiterung der Maßnahmen, sodass auch der unterhalb liegende Bestand geschützt ist

Um die Häuser im nördlichen Gebiet zu schützen, wurden zwei Maßnahmen konzipiert: eine Erweiterung der Mauer am Haus am nordöstlichen Rand des Baugebiets und eine Erhöhung des Geländes um 20 cm nördlich des Neubaugebiets. Dadurch wären alle Bestandsgebäude nördlich der Bebauung vor einem 30-jährigem Starkregen geschützt. Es gibt kein anstehendes Wasser an den Häusern der Bestandsbebauung nördlich des Neubaugebiets. Im Bestand gibt es einen Wasserstand von über 50 cm in der Schulstraße.

Die im südlichen Teil geplante Kaskade mit dem Wall schützen zusätzlich die westlich vom Neubaugebiet liegende Bebauung. So verringern sich die Wasserstände am südlichsten Haus der Straße Oberbirken. Der Wasserstand bei einem 30-jährigem Starkregen liegt nur noch zwischen 5 und 10 cm anstatt zwischen 10 und 50 cm. Das Wasser fließt mit einer Geschwindigkeit von 0,5 bis 2 m/s von Ost nach West südlich der Bestandsbebauung.

5.5 Vergleich Ist und Planzustand

Vergleicht man den Ist- (Abbildung 11) mit dem Planzustand (Abbildung 12) der Starkregenanalyse für ein 30-jährliches Szenario, ist zu sehen, dass es weniger Überflutungsflächen in der

Bestandsbebauung gibt. Die Wasserstände verringern sich an einigen Gebäuden von über 50 cm auf 5 bis 10 cm, (Vergleich Abbildung 10 und Abbildung 11). In der Schulstraße kann es trotz der geplanten Maßnahmen weiterhin zu Überschwemmungen kommen, welche aber hauptsächlich auf den dort anfallenden Niederschlag zurückzuführen sind. Die Fließgeschwindigkeit reduzieren sich von 0,5 bis 2 m/s auf 0,2 bis 0,5 m/s. Insbesondere die Häuser südlich der Straße Oberbirken haben durch die Planung deutlich niedrigere Überflutungstiefen.

Um die Verminderung der Gefahr bei Starkregen gut zu visualisieren, wurde die Gebäude mit einer niedrigeren Überflutungstiefe durch die Maßnahmen und das Baugebiet ermittelt und grün eingefärbt. Insgesamt verbessert sich die Situation für 41 Gebäude der Bestandsbebauung, insbesondere für Gebäude in unmittelbarer Nähe des Baugebiets „Nadelhof“ (s. Abbildung 11).

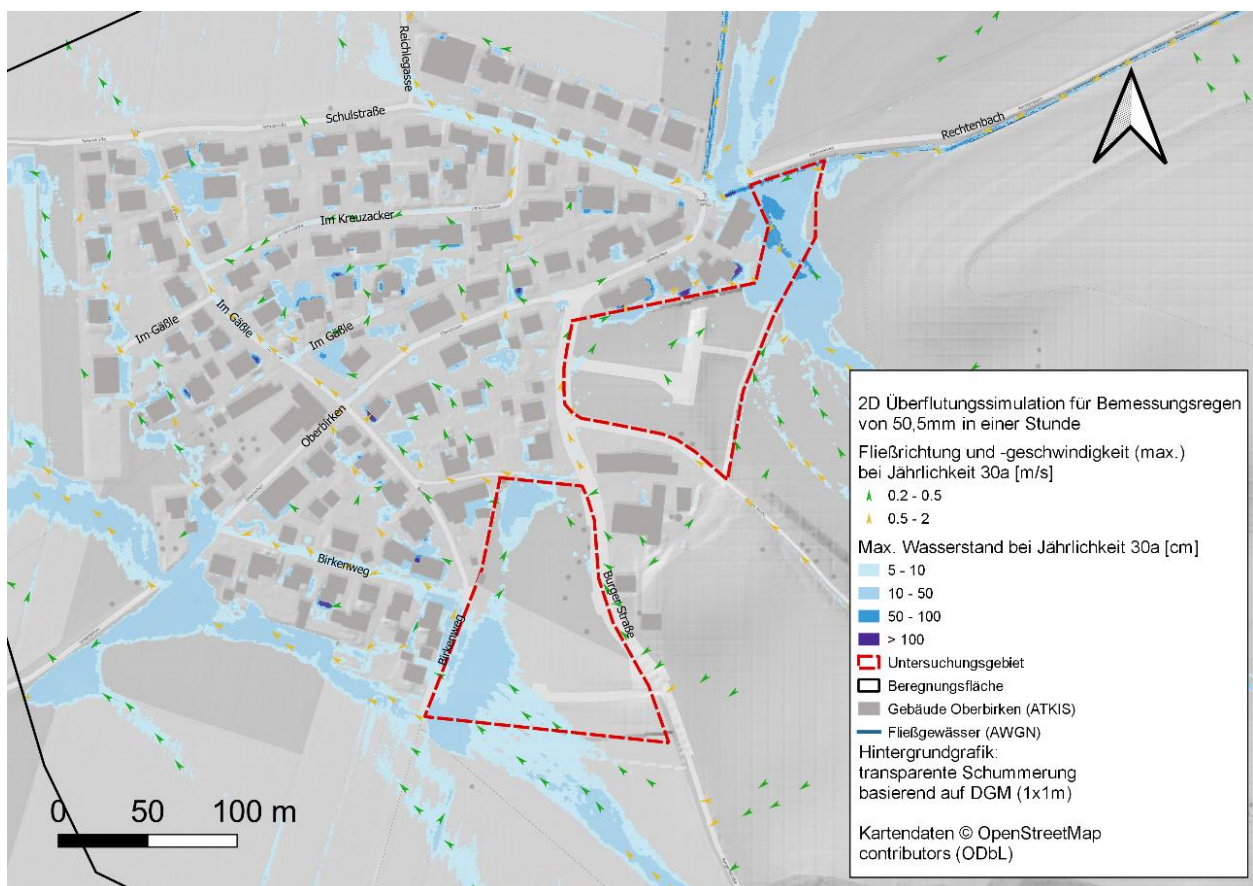


Abbildung 10: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährigen Bemessungsregen ohne Baugebiet

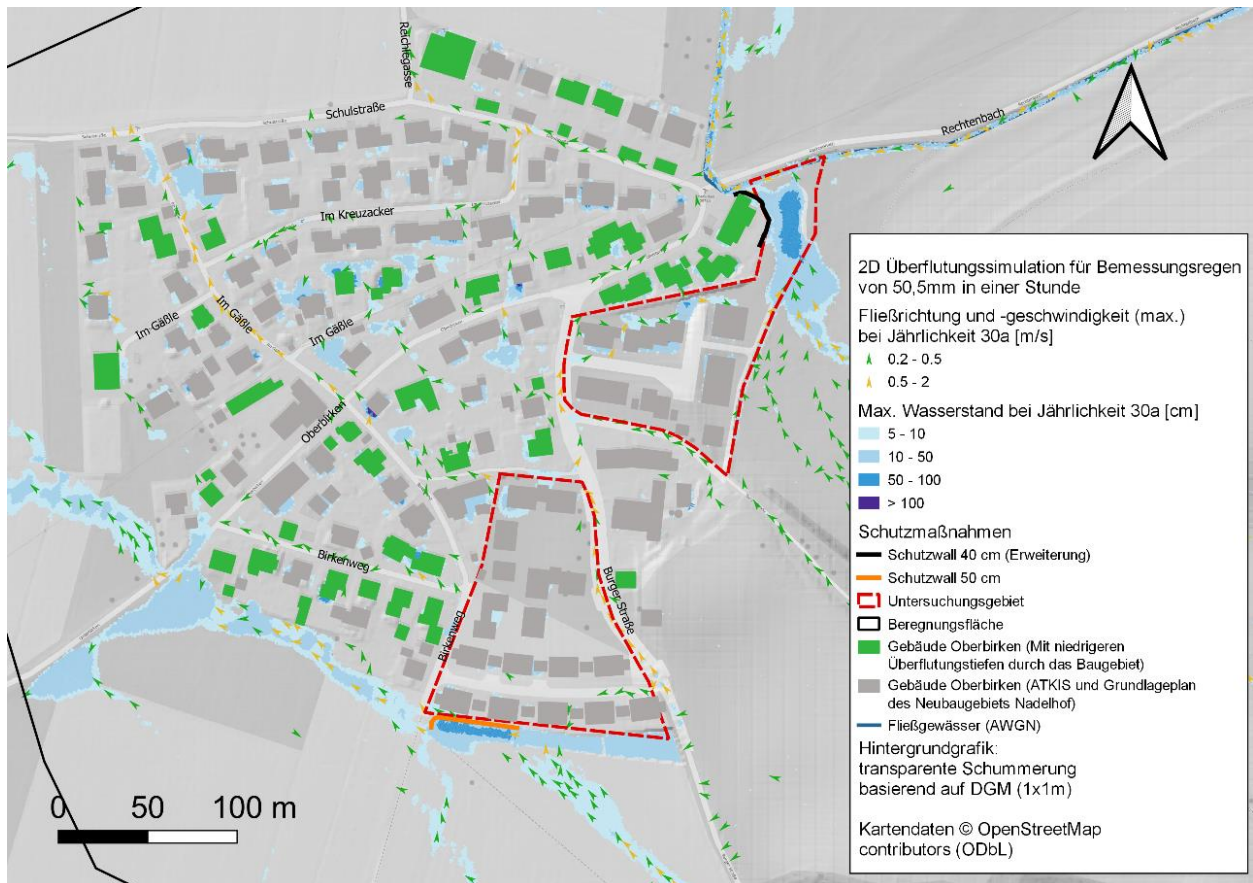


Abbildung 11: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit sowie Gebäude mit niedriger Überflutungstiefe durch das Baugebiet (grün) für ein 30-jährigen Bemessungsregen mit Schutzmaßnahmen und Baugebiet

5.6 Auswirkung des Baugebiets bei einem Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren

Zusätzlich wurde überprüft, wie sich die konstruierten Maßnahmen zur hochwassersicheren Erschließung bei einem Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren auswirken. Die Verteilung der Wasserstände innerhalb der Bestandsbebauung weicht kaum vom 30-jährigen Starkregen ab, was auf den lokal anfallenden Niederschlag im Bestand zurückzuführen ist. Der maximale Wasserstand in der multifunktionalen Fläche im nördlichen Bereich liegt zwischen 50 cm und 1 m. An den Häusern im Neubaugebiet sammelt sich im nördlichen Bereich Wasser mit einer Überflutungstiefe von 10 bis 50 cm, vereinzelt steht Wasser auf den Freiflächen. Das Wasser fließt aus der multifunktionalen Fläche in den Rechtenbach. Die Fließgeschwindigkeit liegt zwischen 0,2 und 2 m/s. Im Bestand beträgt der Wasserstand mehr als 50 cm in der Schulstraße. In der Kaskade im südlichen Bereich bilden sich Wasserstände von maximal 50 cm bis 1 m. Im Neubaugebiet kommt es vereinzelt zu Wasserständen von 5 bis 10 cm. Mit einer Geschwindigkeit zwischen 0,2 und 2 m/s fließt das Wasser von Ost nach West. Insgesamt zeigt sich, dass die Maßnahmen das Neubaugebiet und die Bestandsbebauung gut schützen.

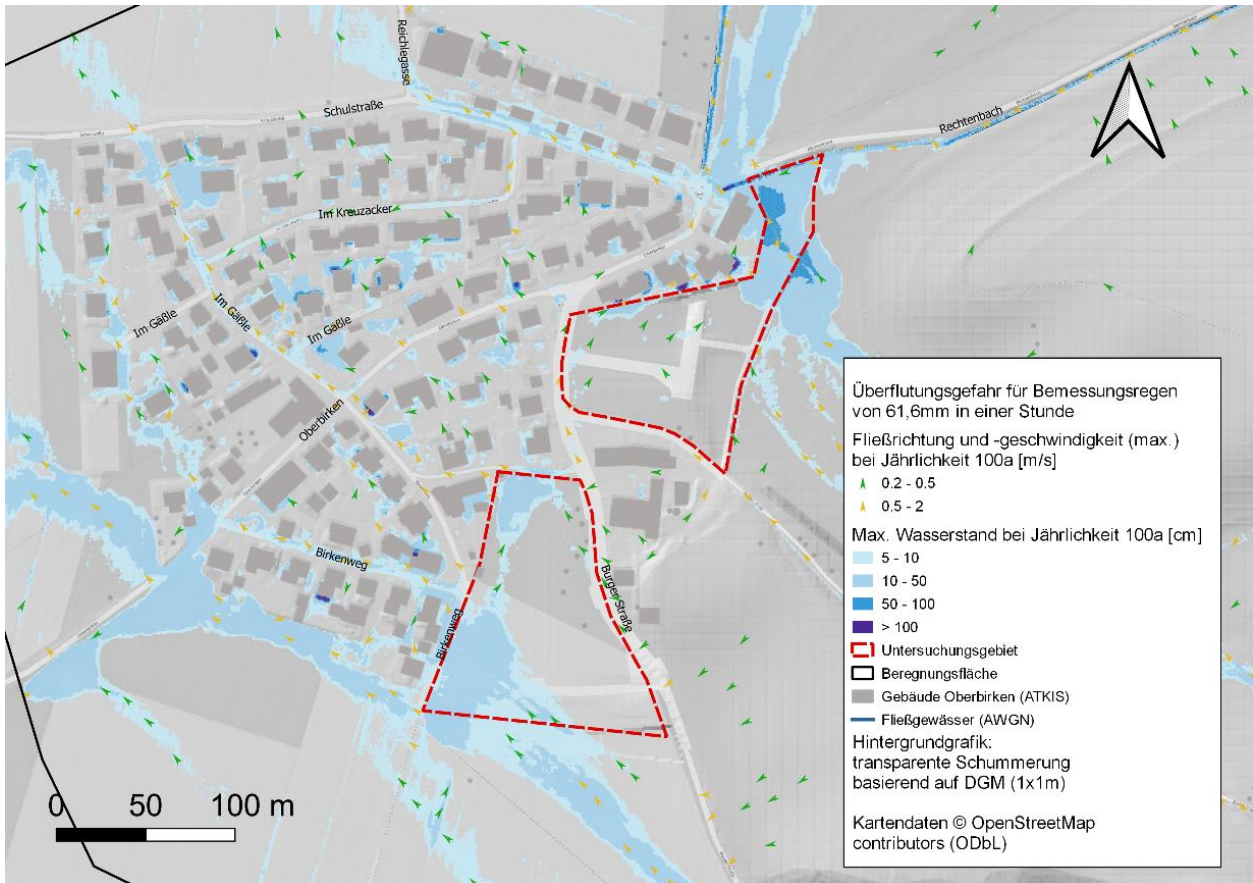


Abbildung 12: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für $T_a=100a$ ohne Baugebiet

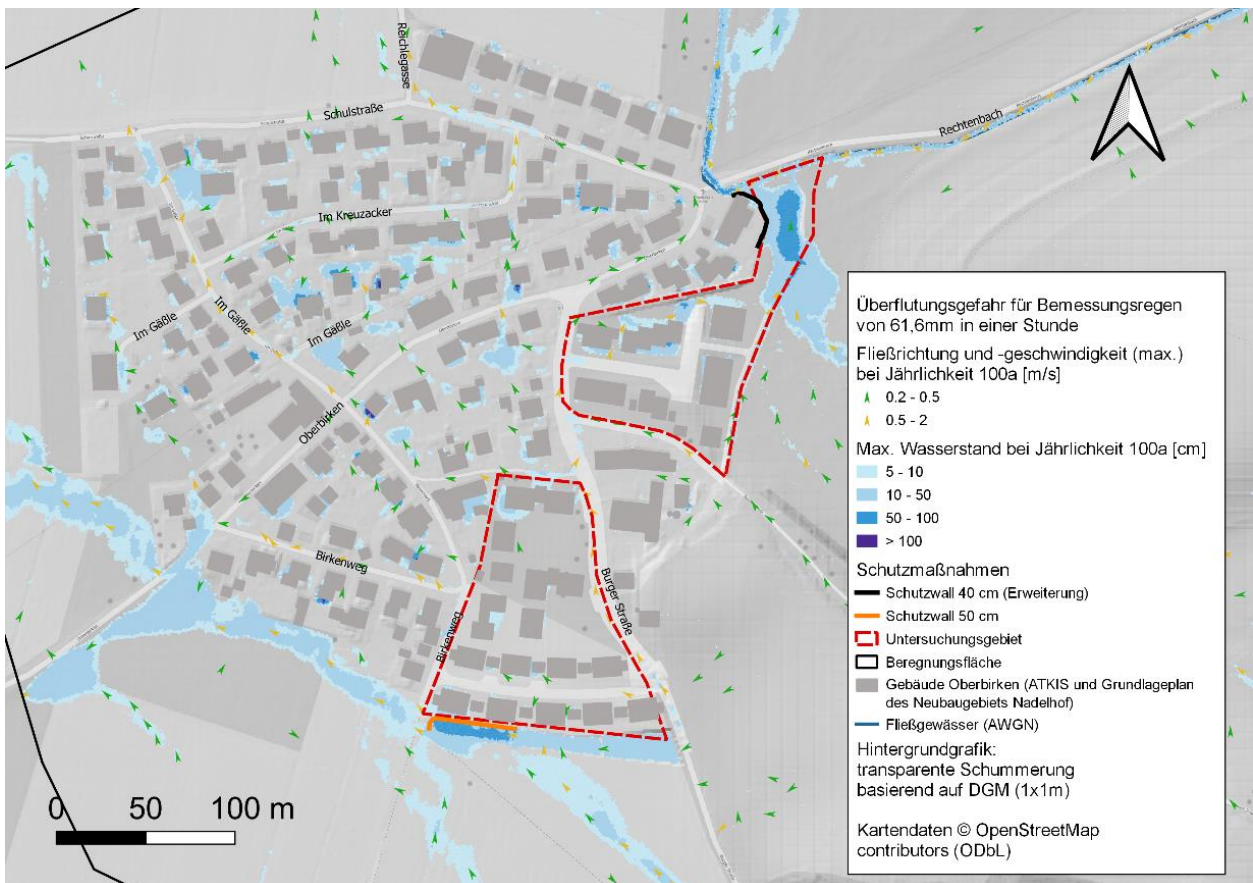


Abbildung 13: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für $T_a=100a$ mit Maßnahmen und Baugebiet

6 Ausblick und Zusammenfassung

Wie schon in der vorangegangenen Starkregenanalyse festgestellt, ist das Bebauungsgebiet „Nadelhof“ sowohl im südlichen als auch im nördlichen Teilbereich bei Starkregenereignissen abflusssensibel und durch Überschwemmung gefährdet.

Im vorliegenden Konzept wurden Schutzmaßnahmen entwickelt, um Starkregenschäden zu reduzieren und zu vermeiden. Diese Maßnahmen sollen sowohl das Neubaugebiet Nadelhof als auch die Bestandsbebauung von Oberbirken schützen. Ziel ist es, an den bestehenden Häusern durch das Neubaugebiet erhöhte starkregenbedingte Überflutungen zu vermeiden.

Der nördliche Teil wurde so entwickelt, dass die 40 cm tiefe multifunktionale Fläche, das von außen zufließende Wasser zurückhält. Ein Auslass ermöglicht, dass die Fläche nicht überlastet wird. Zusätzlich wurde zur Absicherung der angrenzenden Gebäude die bereits vorhandene Mauer verlängert. Durch die Retentionsfläche wurde erreicht, dass sich der Abfluss an der Übergabestelle in den Rechtenbach im Vergleich zum Ist-Zustand nicht erhöht. Eine deutliche Verbesserung der Hochwassersituation konnte hier simuliert werden und der Schutz der Bebauung kann gewährleistet werden.

Auch im südlichen Teil, insbesondere an der südlich gelegenen Häuserreihe im Birkenweg sowie an der südlichen Kreuzung des Birkenwegs mit der Straße Oberbirken, wurde gewährleistet, dass der Abfluss, welcher in der Retentions-Kaskade gefasst wird, bei den Unterliegern kein Überflutungsschäden anrichtet.

Der südliche Teil wurde so gestaltet, dass eine dreistufige Kaskade das von Südosten einfließende Wasser zurückhält. Hierbei kann das Wasser in jedem Becken eine Höhe von 40 cm erreichen, bevor es ins zweite oder dritte Becken überläuft. Ziel war es, auch einen Schutz für die bestehende westliche Gebäudereihe zu gewährleisten. Um dies zu sichern, wurde ein 50 cm hoher Wall entlang der westlichsten Kaskade implementiert. An der südlich gelegenen Häuserreihe im Birkenweg sowie an der südlichen Kreuzung des Birkenwegs mit der Straße Oberbirken wurde gewährleistet, dass der Abfluss, welcher in der Kaskade gefasst wird, bei den Unterliegern keinen Überflutungsschaden anrichtet. Wie für den nördlichen Teil zeigen die Simulationsergebnisse eine deutliche Verbesserung der Situation mit Schutz der Bebauung im Falle eines 30-jährlichen Niederschlagsereignisses. Allein durch die Planung der Erschließung „Nadelhof“ gibt es bewiesene positive Auswirkung auf den Überflutungsschutz. Die entwickelten Maßnahmen unterstützen diese nochmals. Dieser Schutz wirkt sich nicht nur auf die geplante Bebauung, sondern auch bestehenden Bebauung für ein außergewöhnliches Ereignis aus.

Nachtrag (14.06.2021):

Im Planungsverlauf wurde die oben beschriebene südliche Schutzmaßnahme angepasst (siehe Abbildung 14). So steht auch im östlichen Bereich der Speicherkaskade nur der „10 m Streifen“ zur Verfügung und die rot gekennzeichnete dreieckige Fläche entfällt. Die Kaskaden wurden in der Modellierung dementsprechend angepasst und potenzielle Auswirkungen wurden rechnerisch überprüft und kontrolliert. Es ergaben sich bei den maximalen Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten keine signifikanten Auswirkungen und Unterschiede (vgl. Abbildung 15). So können diese Änderung in die Ausführungsplanung mit aufgenommen werden.



Abbildung 14: Anpassung der Kaskaden ausschließlich auf den „10 m Streifen“

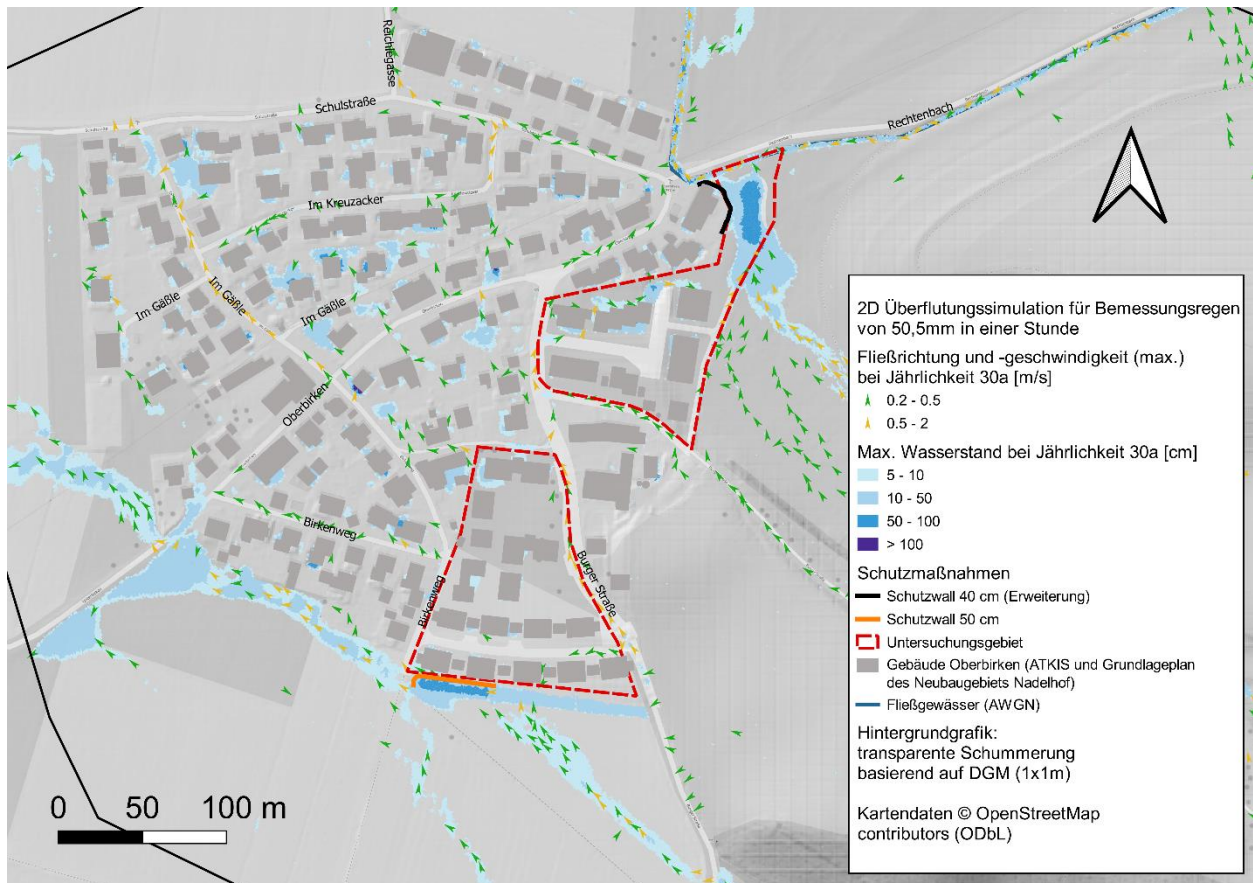


Abbildung 15: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährlichen Bemessungsregen mit Anpassung der Kaskaden auf ausschließlich den „10 m Streifen“

Die Einrichtung dieser Schutzmaßnahmen erforderte die Abstimmung und Genehmigung der verschiedenen Schutzbehörden z.B. Grundwasser-, Wasser- und Naturschutzbehörde sowie Landesbauordnung. Hierfür wurden Informationen geprüft und validiert, jedoch sind zur abschließenden Planung Rückfragen der Behörden zu erwarten.

Neben den beschriebenen Schutzmaßnahmen sind die städtebauliche Gestaltung und die Konzeption des Baugebiets "Nadelhof" Teil eines wassersensiblen Bebauungsplans. Sie tragen zur Verbesserung der Niederschlagsszenarien bei. Die großflächige Verwendung von Grünflächen anstelle von undurchlässigen Flächen trägt zur Versickerung und Speicherung von Niederschlägen bei. Die entwickelten Maßnahmen wirken sogar im Falle eines 100-jährigen Ereignisses und würden die geplante Bebauung und den Bestand schützen.

Nachtrag (02.06.2022):

Im Nachgang wurden Änderung bzw. Anpassung der Planung an den neuen Bebauungsplan „Kompromissvorschlag“ vorgenommen. Zum einen wurde die geplante Bebauung innerhalb des Baugebiets „Nadelhof“ angepasst, indem einige Umriss verändert und einige Gebäude entfernt wurden. Zum anderen befindet sich im nördlichen Plangebiet ein Rundweg um den geplanten Spielplatz, von dem aus nach einem Vorschlag des Gemeinderates, eine Brücke über den Rechtenbach geführt werden soll (siehe Abbildung 16). Um die Auswirkungen der Starkregenergeignisse von innerhalb der Bebauung durch die Änderung der Gebäudestellungen zu überprüfen, wurde eine hydrodynamische 2D-Untersuchung durchgeführt.



Abbildung 16: Angepasste Bebauung und Weg mit Brücke "Nadelhof"

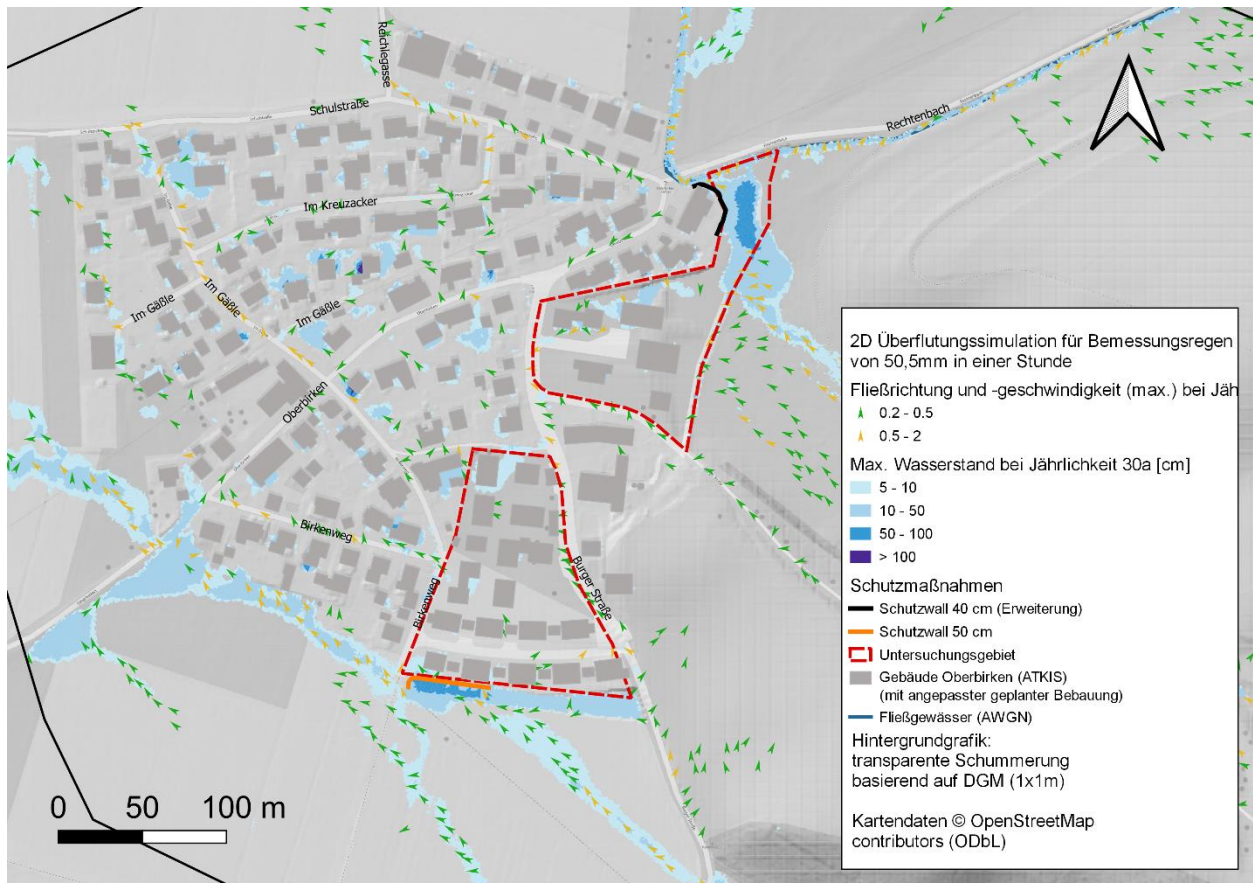


Abbildung 17: Überflutungstiefen, Fließrichtung und -geschwindigkeit für ein 30-jährlichen Bemessungsregen mit angepasster Bebauung und Weg mit Brücke "Nadelhof"

Die Ergebnisse zeigen die Gefährdungssituation hinsichtlich Starkregenereignisse (Abbildung 17). Dabei ist zu berücksichtigen, dass es von einer Simulation zur anderen Modelltechnische Variationen geben kann. Im Planungsgebiet bleiben die überfluteten Bereiche unverändert. Auch außerhalb des Baugebietes „Nadelhof“ verschlechtert sich die Überflutungssituation im Allgemeinen nicht. Es ergibt sich bei den maximalen Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten keine signifikanten Auswirkungen und Unterschiede. So können diese Änderung in die Ausführungsplanung mit aufgenommen werden.

Bezüglich der Errichtung der Brücke, da es sich bei einem Brückenbauwerk nicht um ein reines Abflusshindernis handelt, ist die Überflutungssituation bei solchen Starkregenereignissen nicht verändert und führt nicht zu nachteiligen Auswirkungen für Dritte. Nichtsdestotrotz, eine Brücke entspricht eine Anlage über ein Gewässer und es sollte nachträglich eine wasserrechtliche Erlaubnis erstellt werden und von der Wasserbehörde absegnet werden.

Nachtrag (14.07.2022):

Nach der Gemeinderatssitzung vom 28.06.2022 wurden Änderungen bzw. Anpassungen der bisherigen Planung an den neuen Bebauungsplan vorgenommen. Zum einen wurde nördlich der Burger Straße das Wohngebäude und die Parkplätze ausgetauscht. Zum anderen wurde im nördlichen Plangebiets und südlich des geplanten Kindergartens die Fußwegeverbindung in der Planung erneut betrachtet.

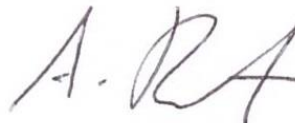
Aufgrund unserer Erfahrung würden wir vermuten, dass trotz der vorgenommenen Änderungen die Ergebnisse der Gefahrensituation in Bezug auf Starkregenereignisse keine signifikanten Unterschiede aufweisen. Da die oben beschriebenen Änderungen nicht durch eine hydrodynamische 2D-Untersuchung überprüft wurden, können wir keine vollständige Garantie für die Richtigkeit der vorherigen Aussagen geben.

Aufgestellt:
Freiburg im Mai 2021.
itp Ingenieur GmbH

itp Ingenieur GmbH
Standort Freiburg



i.A. Veldaes Bardot
M.Sc. Hydrogeologie



i.A. Anneke Ewert
M.Sc. Hydrologie

7 Quellenverzeichnis

Benden, J.; Broesi, R; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Re-tentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.

BHG (Urteil vom 18.02.1999): - III ZR 272/969.

DIN e.V. (Hrsg.) (DIN 18034-1:2020-10, 2020): DIN 18034-1:2020-10, Spielplätze und Freiräume zum Spielen - Teil 1: Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb, Beuth-Verlag, Berlin, 2020.

DWA (2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Merkblatt M 119, Hennef, Germany.

itp Ingenieur GmbH (2020): Erschließung Baugebiet „Nadelhof“ in Stegen, Erläuterungsbericht

itwh GmbH (2017): KOSTRA-DWD 2010R 3.2.1, Spalte 11, Zeile 78, <https://itwh.de/>.

Knauf, D. (2003): Zusammenhang zwischen Rauheitsbeiwerten nach Gauckler- Manning-Strickler und den äquivalenten Rauheitsbeiwerten nach Prandtl-Colebrook im hydraulisch rauhen Bereich, <https://doi.org/10.1007/BF03247269>, <http://www.psw-knauf.de/download/Bildbeispiele-Rauheitsklassen.pdf>.

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2020): DGM aus ALS (Airborne Laser Scanning) 2016, <https://www.lgl-bw.de/unsere-themen/Produkte/Geodaten/Digitale-Gelaendemodelle/>.

LUBW (2016): Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG: Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung. Leitfaden für Planer, Ingenieure, Architekten, Kommunen und Behörden. Stuttgart 1999.

Deutscher Wetterdienst, <https://www.dwd.de>.

solum, büro für boden + geologie (2020): Bericht 2020_086; Bebauungsplan „Nadelhof“, Stegen: Bodengutachten zur Versickerungsfähigkeit.