

**B-Plan „Leiblstraße / Leopoldstraße –
Hydraulisches Gutachten (Starkregen) und
Entwässerungsplanung“**

Projekt-Nr.: 12144

Hydraulisches Gutachten vom 11.09.2023

Erläuterungsbericht

**pirker + pfeiffer
ingenieure**



Max-Eyth-Straße 10
72525 Münsingen
T +49 7381 9398-0
F +49 7381 9398-50

Inhalt

1	Veranlassung	2
2	Grundlagen	3
2.1	Örtliche Verhältnisse.....	3
2.2	Planungsgrundlagen.....	3
3	Hydraulisches Gutachten Starkregen	5
3.1	Grundlagen.....	5
3.1.1	Hydraulisches Modell.....	5
3.1.2	Hydrologie	5
3.1.3	Wassertiefenabhängige Rauheiten	6
3.2	Hydraulische Berechnungen.....	7
3.2.1	Gebiet mit bestehender Bebauung	8
3.2.2	Gebiet mit bestehender und geplanter Bebauung.....	12
4	Maßnahmenkonzeption wild abfließendes Wasser durch Starkregen	19
4.1	Variante 1a: Beibehalten der Fließwege (Tiefpunkt in der Erschließungsstraße) ...	19
4.2	Variante 1b: Tiefpunkt in der Erschließungsstraße + Ausbildung einer Flutmulde an der Südgrenze der Erschließung	21
4.3	Variante 2a: Hochpunkt in der Erschließungsstraße + Ausbildung einer Flutmulde an der Südgrenze der Erschließung	24
4.4	Variante 2b: Hochpunkt in der Erschließungsstraße + Ableitung des Außengebiets	27
4.5	Empfehlung	29
5	Vorschläge für Festsetzungen	31
5.1	Flächenwirksame Vorsorge	31
5.2	Bauvorsorge	32
5.3	Überflutungsnachweis	32
6	Zusammenfassung	33

Anhang 1: KOSTRA-Tabellen



1 **Veranlassung**

Die Stadt Reutlingen stellt derzeit den Bebauungsplan „Leiblstraße / Leopoldstraße“ im Bezirk Degerschlacht auf.

Westlich der Hauptstraße sollen in Degerschlacht ein Pflegeheim mit ca. 60 Plätzen und eine Ergänzungsbebauung mit barrierefreiem Wohnen / betreutem Wohnen entstehen. Die Wohnbereiche liegen dabei im ersten und zweiten OG. Westlich davon können freistehende Häuser, Doppelhäuser und Kettenhäuser errichtet werden (2 Vollgeschosse und ein Dachgeschoss).

Die Baugrenze soll durchgehend einen Mindestabstand von 3 m zu den Verkehrsflächen haben. Die Mitte der Blöcke ist nicht bebaubar und soll für die natürliche Versickerung unversiegelt bleiben.

Das Gelände ist leicht abschüssig Richtung Südosten.

Ziel der vorliegenden hydraulischen Untersuchung und der Erstellung eines Starkregen Gutachtens ist, das geplante Baugebiet „Leiblstraße / Leopoldstraße“ vor abfließendem Oberflächenwasser zu schützen. Darüber hinaus ist eine Verschlechterung der Überflutungssituation der Nachbargrundstücke durch die Neubebauung zu verhindern.



2 Grundlagen

2.1 Örtliche Verhältnisse

Der Standort des geplanten Baugebietes befindet sich im Bezirk Degerschlacht, westlich der Leopoldstraße und südlich der Leiblstraße.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst eine Fläche von ca. 5,3 ha, die geplante Bebauung befindet sich jedoch nur in einem Teilbereich von einer Fläche von ca. 0,9 ha, welcher derzeit unbebaut ist und als Grünland genutzt wird.

Laut Bodenübersichtskarte (BÜK200) befinden sich am Standort Parabraunerden aus Löss und Lösslehm. Eine bodenkundliche Untersuchung hat noch nicht stattgefunden.

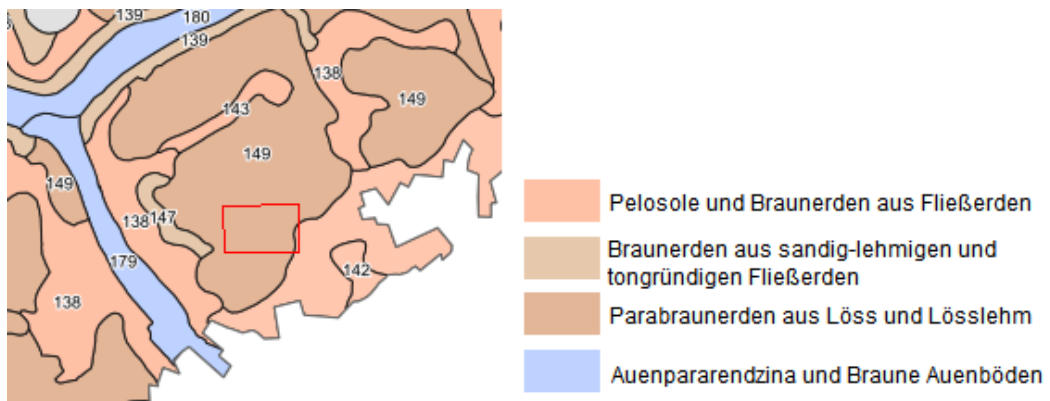


Abbildung 1: Ausschnitt aus der BÜK200

2.2 Planungsgrundlagen

Der „Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ der LUBW diente als Grundlage zur Orientierung bei der Umsetzung der einzelnen Prozessschritte, sowie der Modellerstellung (Rauheitsansätze etc.).

In Abstimmung mit der Stadt Reutlingen wurden von den pirkler + pfeiffer ingenieuren Starkregensimulationen für das seltene, außergewöhnliche und extreme Niederschlagsszenario angefertigt. Diese wurden sowohl für den Bestand, als auch für die Planung des Baugebiets ohne und mit geplanten Schutzmaßnahmen durchgeführt.



Folgende Grundlagen standen zur Projektbearbeitung zur Verfügung:

- Bebauungsplanentwurf vom 25.03.2022
- Bebauungsplanentwurf – Variante 4 – Skizze Entwässerung
- Städtebaulicher Entwurf V4
- Digitales Geländemodell mit 1 Meter Gitterweite
- Oberflächenabflusskennwerte der LUBW
- ALKIS-Datensatz, Stand 05/2022
- Laserscan-Punktwolke Degerschlacht, Auflösung 8 Punkte/m²
- Bodenklassen Außengebiet (Zuweisung anhand BÜK25)



3 Hydraulisches Gutachten Starkregen

3.1 Grundlagen

3.1.1 Hydraulisches Modell

Das hydrologische Einzugsgebiet mit einer Fläche von ca. 2000 m² wurde durch eine Fließwegeverfolgung aus dem zur Verfügung gestellten digitalen Geländemodells (DGM) mit einer Rasterweite von 1 x 1 m abgegrenzt. Beim Aufbau des Berechnungsmodells fanden folgende Faktoren Berücksichtigung:

- Bodenklassen und Versiegelungsgrade
- Wasserstandsabhängige Bodenrauheiten
- Geländeneigung
- Oberflächenabflusskennwerte (OAK) der LUBW

3.1.2 Hydrologie

Die Modellierung der Abflussbildung erfolgt durch Verwendung der OAK-Raster, welche von der LUBW zur Verfügung gestellt wurden. Diese basieren auf Versiegelungs- und Landnutzungsdaten und wurden landesweit für ganz Baden-Württemberg nach einem einheitlichen Verfahren von der Universität Freiburg erstellt.

Simuliert wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber folgenden Szenarien:

- Ein **seltenes Ereignis** mit einer Regendauer von einer Stunde (SEL,V).
- Ein **außergewöhnliches Ereignis** mit einer Regendauer von einer Stunde (AUS, V).



- Ein **extremes Ereignis**, welches ein Regenereignis mit einer Intensität von 128 mm in 1 h generiert (EXT, V).

3.1.3 Wassertiefenabhängige Rauheiten

Ein wichtiger Eingangsparameter für die Simulation der Starkregengefahr sind die gewählten Rauheitswerte. Diese ergeben sich für die einzelnen Untergründe je nach Flächennutzung und Bodenbelag. Dabei ist zu beachten, dass die Rauheiten insbesondere bei natürlichen und vegetationsbehafteten Nutzungen von der Überflutungstiefe abhängen und bei kleinen Überflutungstiefen rauer gewählt werden müssen. Da bei Starkregenüberflutungen flächig geringe Überflutungstiefen auftreten, bedeutet das für die hydrodynamische numerische Modellierung von Starkregengefahrenkarten, dass mit überflutungstiefenabhängigen Rauheitswerten zu rechnen ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind die für die vorliegende Untersuchung verwendeten Rauheiten aufgelistet.

Tabelle 1: Verwendete Rauheiten in Anlehnung an Anhang 1 des „Leitfadens Kommunales Starkregengerisikomanagement in Baden-Württemberg“ der LUBW

	Rauheit nach Gauckler-Manning-Strickler	
	$k_{St} [m^{1/3}/s]$	
	Dünnsfilm bis 2 cm	ab 10 cm
Wald, Gehölz	5	15
Siedlungsfläche	10	15
Industrie / Gewerbe	12	25
Grünland	7	30
Gartenland	5	10
Ackerland	12	30
Dachflächen	55	
Straße, Asphalt	50	
Landwirtschaftlicher Weg	30	
Fließwegwässer, bewachsen	15	



3.2 **Hydraulische Berechnungen**

Das Modell wurde mit dem Softwarepaket „Urbane Sturzfluten“ des ITWH erstellt, welches speziell zur Berechnung von Überflutungen durch Starkregenereignisse entwickelt wurde. Das Softwarepaket bietet Möglichkeiten der Analyse und Darstellung der räumlichen Ausdehnung und des zeitlichen Verlaufs der Überflutung sowie der vorherrschenden Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten.

Das Berechnungsnetz besteht aus dreieckigen Elementen mit einer maximalen Auflösung von 2 m. Bruchkanten wie Straßenzüge und Gebäudegrenzen wurden mit einer Auflösung von 0,1 m berücksichtigt. Die Gebäude sind Bestandteil des Berechnungsnetzes und leisten somit einen Beitrag zum Oberflächenabfluss. Sie wurden pauschal mit einer Höhe von 5 m berücksichtigt.



3.2.1 Gebiet mit bestehender Bebauung

Der Zufluss von Oberflächenwasser zum Projektgebiet, im Falle eines außergewöhnlichen Starkregenereignisses entsteht durch Zusammenfluss der Zuflüsse aus der Leiblstraße, sowie der Käthe-Kollwitz-Straße. Hierbei dringt der Großteil des Zuflusses aus Richtung Westen über die Käthe-Kollwitz-Straße in den zu bebauenden Bereich ein.

In nachfolgender Abbildung ist das ca. 2000 m² große direkte Einzugsgebiet (EZG), welches mit Hilfe einer Fließwegeverfolgung ermittelt wurde, gelb dargestellt.

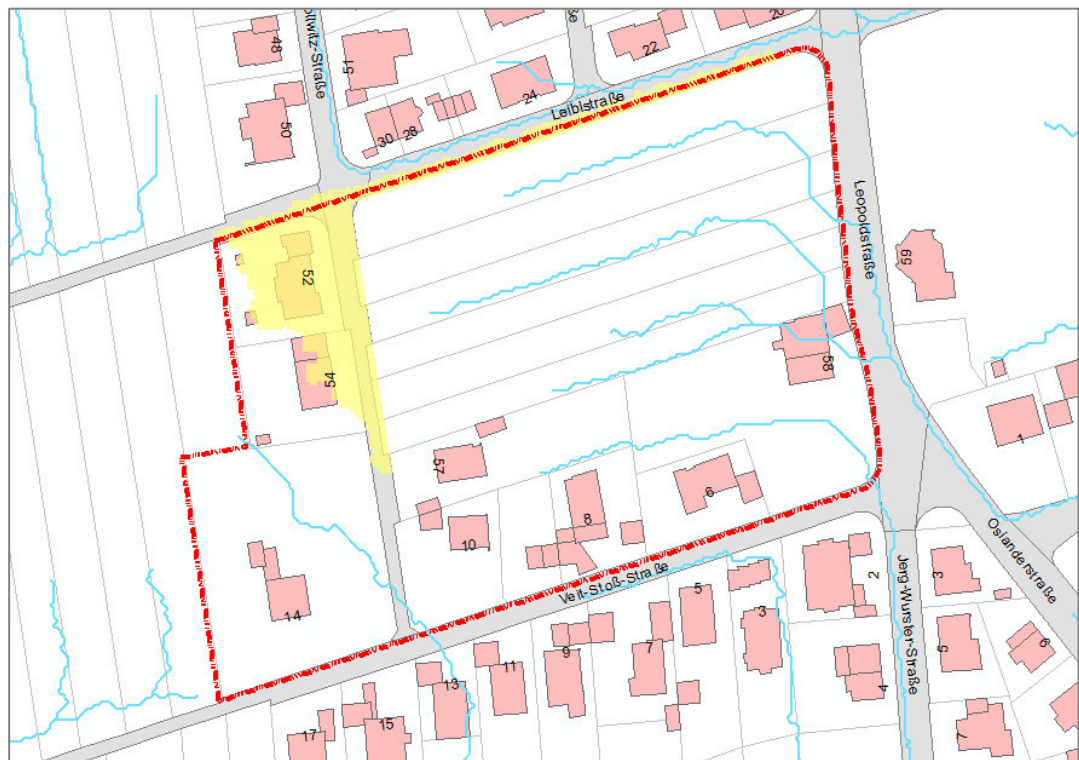


Abbildung 2: Einzugsgebietsermittlung mittels Fließwegeanalyse (direktes EZG = gelb, Fließwege = blau)

Es wird ersichtlich, dass aus nördlicher Richtung der Zufluss in das Plangebiet sehr gering ausfällt, da dieser über die Leiblstraße vor Eintritt in das Plangebiet nach Richtung Osten abgeführt wird.



Abbildung 3 zeigt die Ereignisse der Starkregengebierung mit der bestehenden Bebauung für das außergewöhnliche Regenereignis unter der Annahme eines verschlammten Untergrundes.

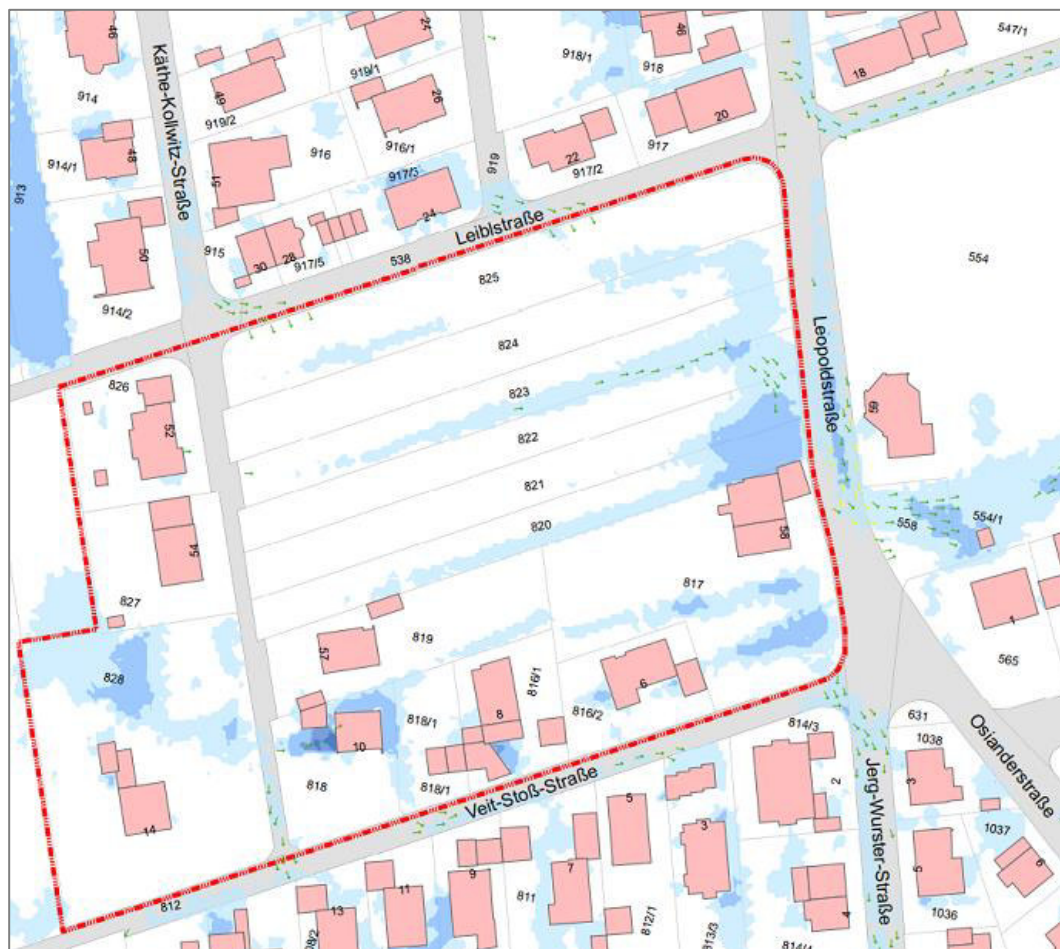


Abbildung 3: Starkregengefahrenkarte bestehende Bebauung (AUS, V)

In der südöstlichen Ecke des künftigen Baugebietes befindet sich ein Tiefpunkt, in welchem sich die Abflüsse zunächst sammeln. Hierbei kommt es während eines außergewöhnlichen Regenereignisses zu Wassertiefen von ca. 30 cm, wodurch Betroffenheiten am Wohngebäude der Leopoldstraße 58 entstehen. Abbildung 4 zeigt die betroffene Seite des Gebäudes.





Abbildung 4. Nordseite Gebäude Leopoldstraße 58

Bei Betrachtung der Abflussganglinien an maßgebenden Querschnitten (Abbildung 10) wird ersichtlich, dass die Mulde im Bestand zunächst als Rückhaltung wirkt, wodurch die Wassermengen, welche das Plangebiet verlassen, gering ausfallen.

Innerhalb des Plangebiets sind keine weiteren Tiefpunkte vorhanden, sodass die Wassertiefen, abgesehen vom angesprochenen lokalen Tiefpunkt, sehr gering ausfallen.

Innerhalb der Grenze des Geltungsbereichs des Bebauungsplanentwurfs liegen auch bestehende Gebäude. Neben der Betroffenheit an Leopoldstraße 58, kommt es auch am Wohngebäude der Veit-Stoß-Straße 10 zu hohen Einstautiefen von bis zu 1,4 m. Diese sind durch lokale Tiefpunkte direkt am Gebäude begründet. Abbildung 5 zeigt die tiefer liegende Einfahrt zur Garage an Veit-Stoß-Straße 10.





Abbildung 5: Garageneinfahrt Veit-Stoß-Straße 10



3.2.2 Gebiet mit bestehender und geplanter Bebauung

Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch keine Höhenplanung für die geplanten Straßen und Gebäude vorlag, wurden eine Grobplanung unter Annahme üblicher Straßenneigungen durchgeführt.

Hierbei wurden zwei Varianten betrachtet. In Variante 1 liegt der Tiefpunkt der neuen Erschließungsstraße in der Mitte des Neubaugebietes. Die entsprechende Höhenplanung ist in Abbildung 6 dargestellt. Die blau markierten Höhen markieren hierbei den Bestand, von welchem ausgegangen wird.



Abbildung 6: Höhenplanung Erschließungsstraße Variante 1a und b

In Variante 2 wird von einem Hochpunkt in der neuen Erschließungsstraße ausgegangen. Die entsprechende Höhenplanung ist in Abbildung 7 dargestellt.





Abbildung 7: Höhenplanung Erschließungsstraße Variante 2a und b

Die Höhen der Baufelder selbst wurden in beiden Varianten zwischen den Straßen und angrenzenden Grundstücken interpoliert. Hierbei kommt es nördlich von Leopoldstraße 58 jedoch weiterhin zur Ausbildung einer Mulde (vgl. Abbildung 8).

Somit werden die bestehenden Fließwege beibehalten und aufgezeigt, in wie weit sich die Überflutungssituation für die Unterlieger allein durch die höhere Versiegelung und Bebauung der Fläche auswirkt.



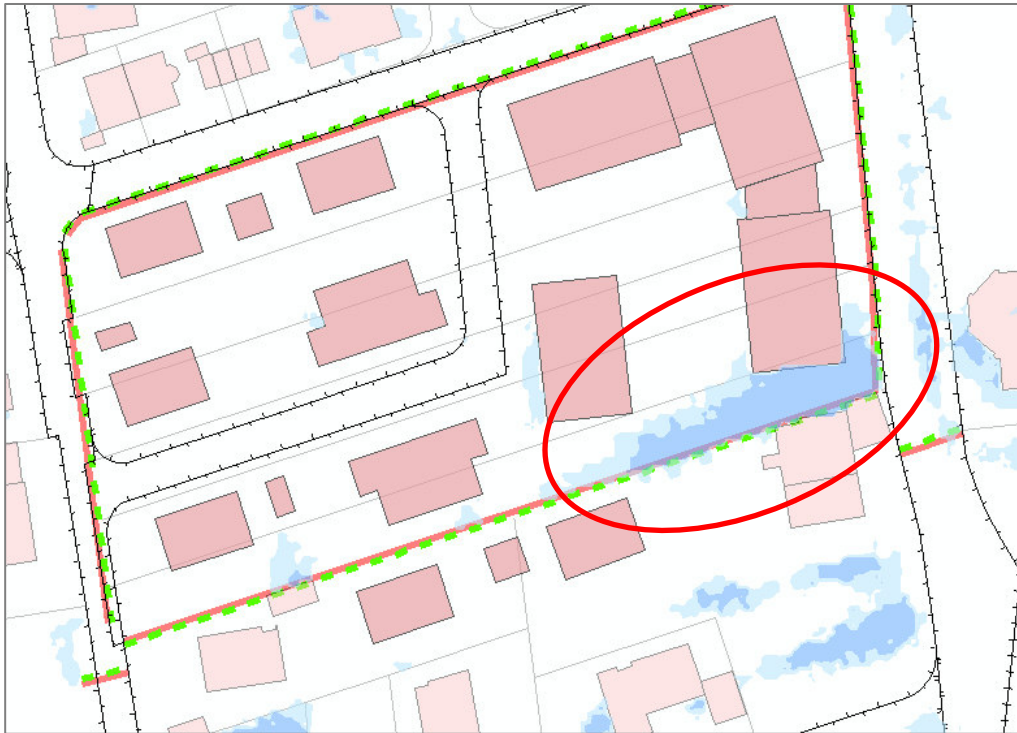


Abbildung 8: Berechnungsergebnis mit bestehender Mulde

Da anzunehmen ist, dass das Gelände im Rahmen der Bauarbeiten eingeebnet wird, wurde die Mulde als verfüllt modelliert.

Zur Berücksichtigung der veränderten Versiegelungsgrade wurden außerdem die OAK-Raster entsprechend der künftigen Nutzungsänderungen angepasst. Hierbei wurden die Abflussskennwerte aus angrenzenden Bereichen mit gleicher Nutzung übertragen. Die Straßen und Gebäudeflächen wurden aus dem Bebauungsplanentwurf vom 25.03.2022 entnommen. Die Anpassung der OAK-Raster ist in Abbildung 9 beispielhaft dargestellt.



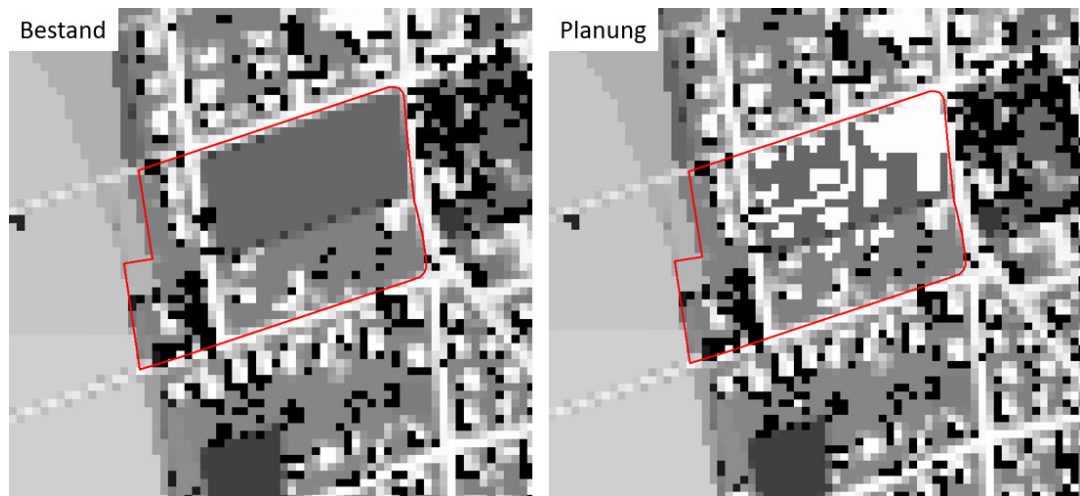


Abbildung 9: Anpassung der OAK-Raster anhand der Flächennutzung (Bsp. HSUM, AUS, V)

Allein durch die Veränderung des Versiegelungsgrades ergeben sich folgende Mehrabflüsse auf Grundlage der angepassten OAKs:

Tabelle 2: Vergleich der Abflusssummen in Bestand und Planungsvariante

Ereignis	Oberflächenabfluss Bestand [m ³]	Oberflächenabfluss geplante Bebauung [m ³]	Mehrabfluss durch Versiegelung [m ³]
SEL, V	20.729	20.849	120
AUS, V	30.420	30.550	130
EXT, V	72.930	73.118	188

Abbildung 10 zeigt, die zeitliche Verteilung dieses Mehrabflusses als Ganglinien mit und ohne geplante Bebauung. Es wird noch einmal deutlich, dass die Mulde nördlich von Leopoldstraße 58 in den ersten ca. 20 Minuten als Rückhaltung wirkt. Durch den Verlust dieser Rückhaltung bei einer Begradigung des Geländes steigt der Mehrabfluss aus der geplanten Bebauung während eines außergewöhnlichen Ereignisses von ca. 130 m³ auf 230 m³ an.

Der maximale Abfluss aus dem Gebiet steigt von ca. 0,12 m³/s (bestehende Bebauung) auf 0,23 m³/s (geplante Bebauung) an.



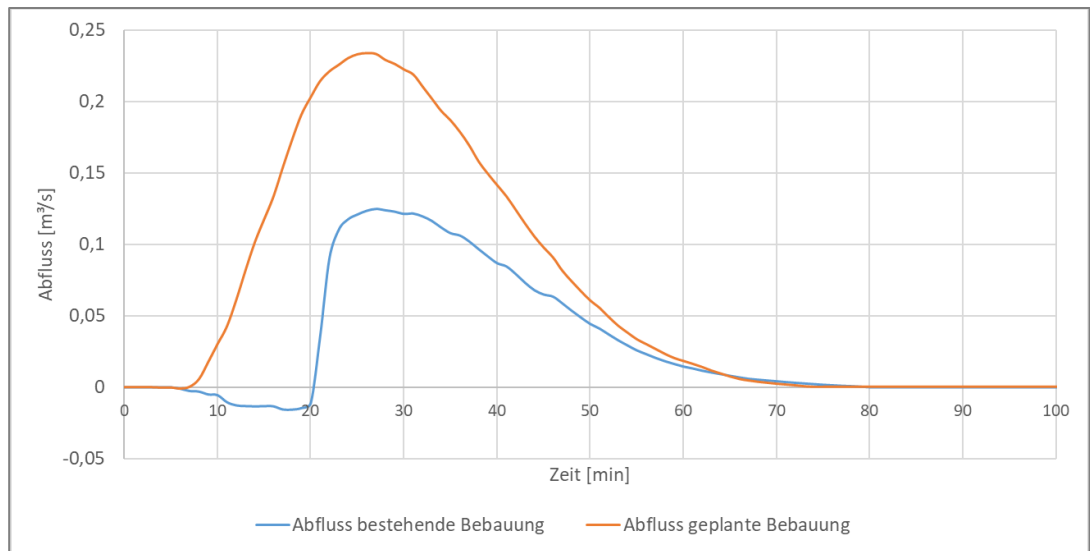


Abbildung 10: Vergleich des Abflusses aus dem Plangebiet (Bestehende – Geplante Bebauung)

In Anlage 3 sind die Ergebnisse der auf dieser Grundlage durchgeführten Berechnungen dargestellt. Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse für das außergewöhnliche Ereignis. Es wird ersichtlich, dass durch die Geländeanpassungen (Muldenverfüllung) im Bereich der Leopoldstraße 58 die Überflutungsgefahr für die bestehende Bebauung sinkt.

Auch an der geplanten Bebauung entstehen nur kleinere Überflutungsflächen mit Wassertiefen von unter 10 cm, welche sich jedoch im Zuge eines extremen Regenereignisses ausweiten (vgl. Anlage 3.3).





Abbildung 11: Starkregengefahrenkarte geplante Bebauung (AUS, V)

Die genauen Auswirkungen der Bebauung und Geländemodellierung werden in der Differenzendarstellung (Abbildung 12) deutlich. Hier sind die Veränderungen der Wasserspiegellagen ab einer Höhe von 2 cm dargestellt. Zu- oder Abnahmen darunter werden als marginal betrachtet.





Abbildung 12: Differenzenplan (AUS, V)

Durch das Verfüllen der Mulde, sowie die Wirkung der geplanten Gebäude als Querriegel im Fließweg, wird der Abfluss über die Leopoldstraße in Richtung Westen abgemindert, sodass es hier während eines außergewöhnlichen Regenereignisses zu einem Absinken der Überflutungstiefen um bis zu 5 cm kommt. In Richtung Süden nehmen die Abflüsse dagegen zu, sodass die Wassertiefen auf dem unbebauten Teil von Flurstück Nr. 817 um bis zu 10 cm zunehmen. Die Auswirkungen dieser Zunahme erstrecken sich ca. 100 m entlang der Jerg-Wurster-Straße in Richtung Süden.

Die bestehende Bebauung wird lediglich am Gebäude der Leopoldstraße 58 negativ beeinflusst. Hier steigen die Überflutungstiefen um ca. 4 cm an der Westseite des Gebäudes an. An der Nordseite nehmen die Wassertiefen durch die Geländemodellierung jedoch um ca. 20 cm ab.



4 **Maßnahmenkonzeption wild abfließendes Wasser durch Starkregen**

Die Berechnungen zeigen, dass für das Baugebiet selbst keinen Schutz vor wild abfließendem Wasser aus dem Außengebiet nötig ist. Selbst im Falle eines extremen Niederschlagsereignisses entstehen im geplanten Baugebiet lediglich Überflutungstiefen von bis zu ca. 11 cm.

Im Fall seltener Regenereignisse können die Unterlieger durch die ausreichende Dimensionierung der Entwässerungs- und Rückhalteanlagen des Neubaugebiets vor einer Verschlechterung der Überflutungssituation geschützt werden.

Zum Schutz vor stärkeren Regenereignissen sind folgende Maßnahmen denkbar.

4.1 **Variante 1a: Beibehalten der Fließwege (Tiefpunkt in der Erschließungsstraße)**

Die Abflusswege können durch einen kleineren Erdwall um das Hauptgebäude herum auf die unbebaute Fläche geleitet werden. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass kein Umlenken des Abflusses zum Schaden von Veith-Stoß-Straße 6 stattfindet. Um eine Umläufigkeit des Walls zu verhindern, sollte dieser bis zur Verkehrsfläche gezogen werden. Abbildung 13 zeigt die Veränderung der Wasserspiegellagen, welche durch die Errichtung des Walls hervorgerufen werden.

Die Ableitung des Oberflächenabflusses im Starkregenfall erfolgt in diesem Fall durch das Freihalten der bestehenden Fließwege. Hierzu muss Flurstück Nr. 817 jedoch freigehalten werden. Über diesen natürlichen Fließweg kann der Abfluss über die unbebaute Fläche auf den Jerg-Wurster-Weg geleitet werden. Die Wassertiefen auf der Straße nehmen hierdurch im Mittel um ca. 4 cm zu. Ein zeitweiser Einstau auf den Verkehrsflächen ist gemäß DIN in diesem Fall jedoch ab einer Jährlichkeit von $n > 0,5$ (größer als 2-jährlicher Niederschlag) erlaubt.





Abbildung 13: Differenzenbetrachtung Bestand - Variante 1a

Das bestehende Gelände ist bereits dazu geeignet den Abfluss abzuführen, ohne zu Betroffenheiten an der bestehenden Bebauung zu führen.

Da auf besagtem Flurstück Nr. 817 jedoch bereits Baurecht erteilt wurde, ist diese Variante voraussichtlich nicht umsetzbar.



4.2 Variante 1b: Tiefpunkt in der Erschließungsstraße + Ausbildung einer Flutmulde an der Südgrenze der Erschließung

Um Flurstück Nr. 817 nicht weiter als Notwasserweg nutzen zu müssen, ist eine Ableitung des Wassers vor Eintritt in die bestehenden Grundstücke notwendig. Zu diesem Zweck, kann eine Flutmulde an der Südseite der Erschließung errichtet werden, welche den Abfluss kontrolliert dem Gefälle nach in Richtung der Leopoldstraße zuführt. Hierzu muss das Gelände in Richtung Süden um ca. 30 cm angehoben werden, um sicherzustellen, dass die Sohlhöhe der Mulde am östlichen Rand der Erschließung mindestens der Höhe der Leopoldstraße entspricht.

Abbildung 14 zeigt einen Geländeschnitt von Norden nach Süden, durch welchen die Geländeanpassungen im Vergleich zum Bestand deutlich werden.

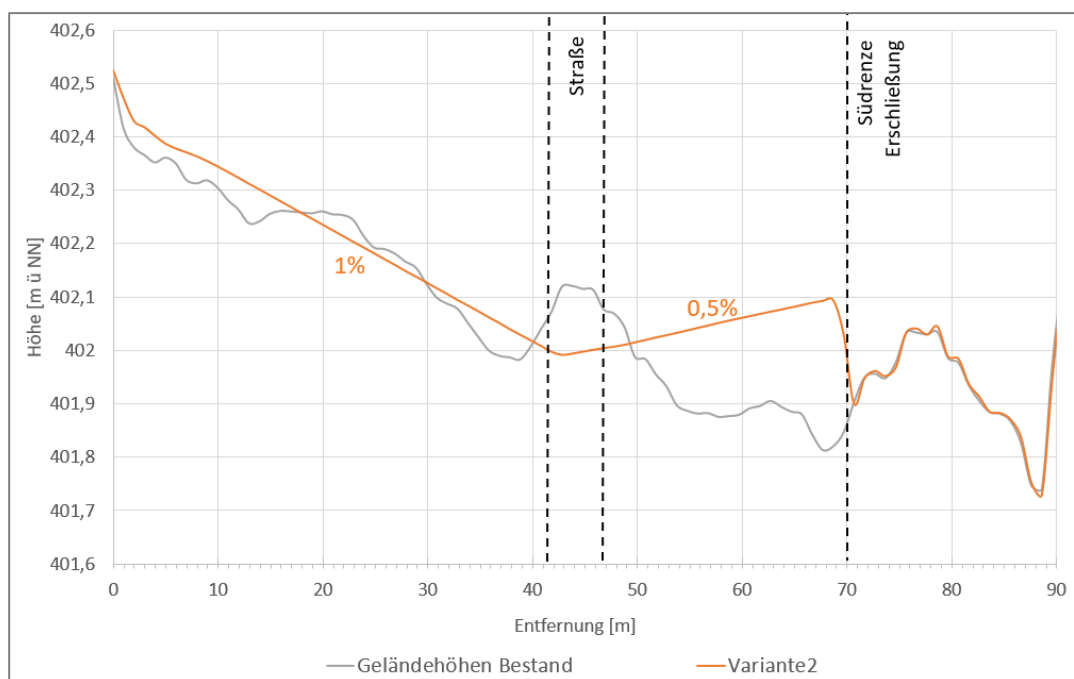


Abbildung 14: Geländeschnitt Variante 1b

Abbildung 15 zeigt die Veränderung der Wasserspiegellagen, welche durch die Geländeanpassung sowie die Modellierung der Flutmulde an der Südgrenze im Vergleich zum Bestand hervorgerufen werden.



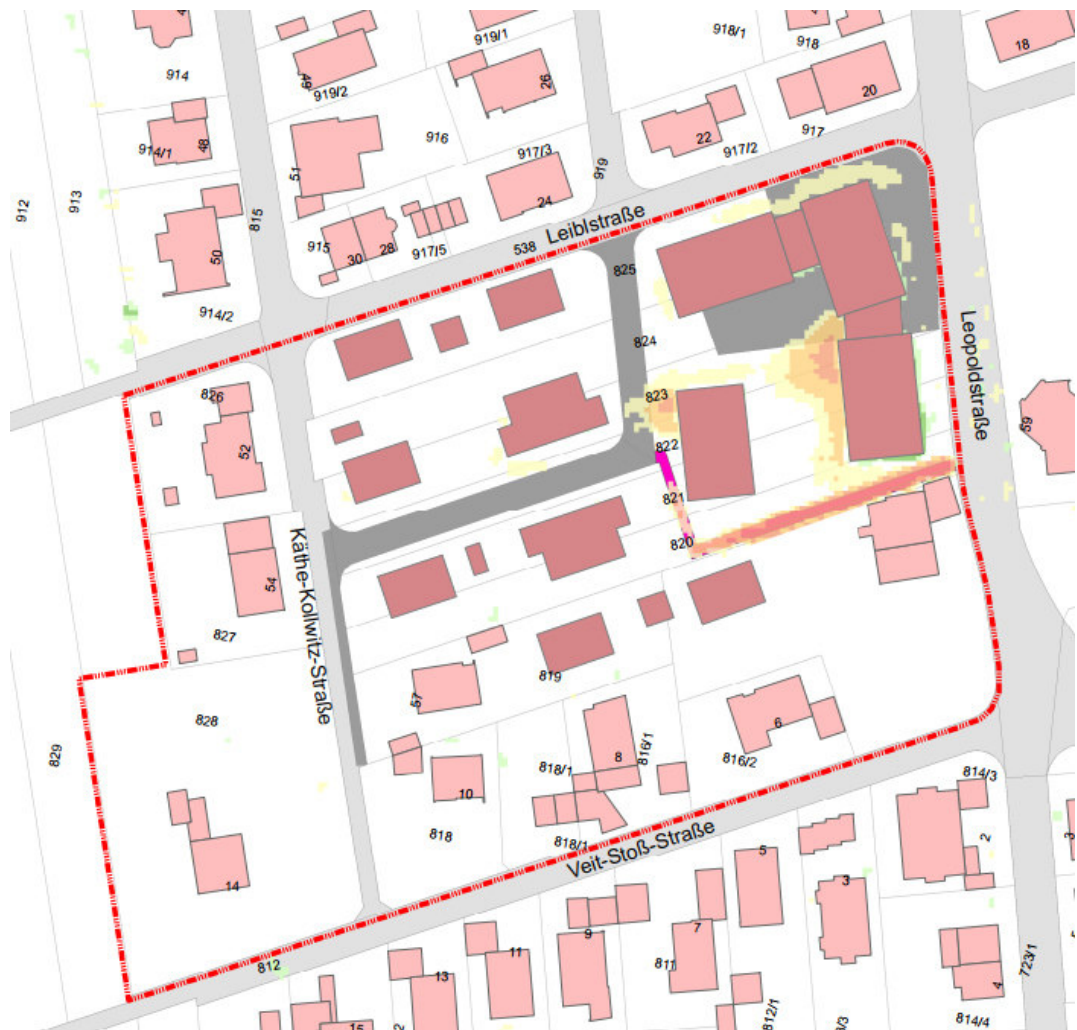


Abbildung 15: Differenzbetrachtung Bestand - Variante 1b

Es wird deutlich, dass durch die Modellierung einer auf die entsprechenden Abflüsse ausgelegten Flutmulde die Überflutungssituation für die bestehende Bebauung auf dem derzeitigen Niveau gehalten werden kann.

Die Grundstücksgrenze wurde als unüberströmbar modelliert, um die korrekten Abflussmengen zu ermitteln, welche über die Flutmulde in Richtung Osten abgeleitet werden müssen. Diese liegen während des außergewöhnlichen Ereignisses bei max. 0,23 m³/s.

Durch die Abflachung des Geländes zeigt sich jedoch insbesondere im Bereich des künftigen Altenheims eine Zunahme der Wassertiefen an den Gebäuden im



Vergleich zu Variante 1a, da der Anfallende Oberflächenabfluss nun langsamer in Richtung Süden abfließt.

Daher wurde eine weitere Variante untersucht, in welcher die Erschließungsstraßen in Richtung der bestehenden Straßen geneigt sind, um die Geländeneigung innerhalb der geplanten Erschließung zu erhöhen und das Oberflächenwasser schneller zur Flutmulde zu leiten.



4.3 Variante 2a: Hochpunkt in der Erschließungsstraße + Ausbildung einer Flutmulde an der Südgrenze der Erschließung

Um ein besseres Abfließen des Oberflächenwassers innerhalb der Erschließung zu gewährleisten, wurde eine weitere Variante untersucht, in welcher die Erschließungsstraßen in Richtung der bestehenden Straßen geneigt sind. Hierdurch wird außerdem die in Richtung Süden fallende Fläche verkleinert, wodurch die an der Flutmulde ankommenden Wassermengen reduziert werden.



Abbildung 16: Höhenplanung Erschließungsstraße Variante 2a

Durch diese Variante der Höhenplanung kommt es jedoch zu erheblichen Höhenunterschieden im Vergleich zum bestehenden Gelände. Der Hochpunkt innerhalb des Geländes liegt somit bei 403,5 m ü NN an Stelle von 401,95 m ü NN. Der Höhenunterschied beträgt also ca. 1,6 m. Dies sollte im Rahmen der städtebaulichen Abwägung, welche Variante der Geländemodellierung weiterverfolgt wird, berücksichtigt werden.



Abbildung 17 zeigt die Veränderung der Wasserspiegellagen, welche durch die Geländeanpassung sowie die Modellierung der Flutmulde an der Südgrenze im Vergleich zum Bestand hervorgerufen werden.



Abbildung 17: Differenzenplan Bestand - Variante 2a

Es wird deutlich, dass auch in dieser Variante Überflutungssituation für die bestehende Bebauung auf dem derzeitigen Niveau gehalten werden kann. Die lokalen Anstiege der Wassertiefen im direkten Bereich südlich der Flutmulde sind der ebenfalls der modelltechnischen Annahme einer unüberstömbaren Mauer südlich der Mulde geschuldet. Der maximale Abfluss, welcher in dieser Variante über die Flutmulde abgeleitet werden muss, beträgt nur noch ca. $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ während des außergewöhnlichen Ereignisses.



Auch die Wassertiefen an den geplanten Gebäuden fallen geringer aus, als im Falle von Variante 1 und 2, was im höheren Gefälle und damit schnelleren Abfließen des Oberflächenwassers auf den Grundstücken begründet ist.

Eine mögliche Ausführung der Flutmulde ist in Abbildung 18 dargestellt. Hierbei wird von einem geschotterten Weg ausgegangen, welcher trapezförmig ausgebildet wird und auf der Südseite durch eine Granitsteinleiste abgesichert wird. Diese dient dazu, das notwendige Freibord zu gewährleisten, um auch während extremer Niederschlagsereignisse ausreichenden Schutz für die Unterlieger zu bieten. Gegebenenfalls, kann diese noch weiter nach oben gezogen werden, um die Sicherheit zu erhöhen.

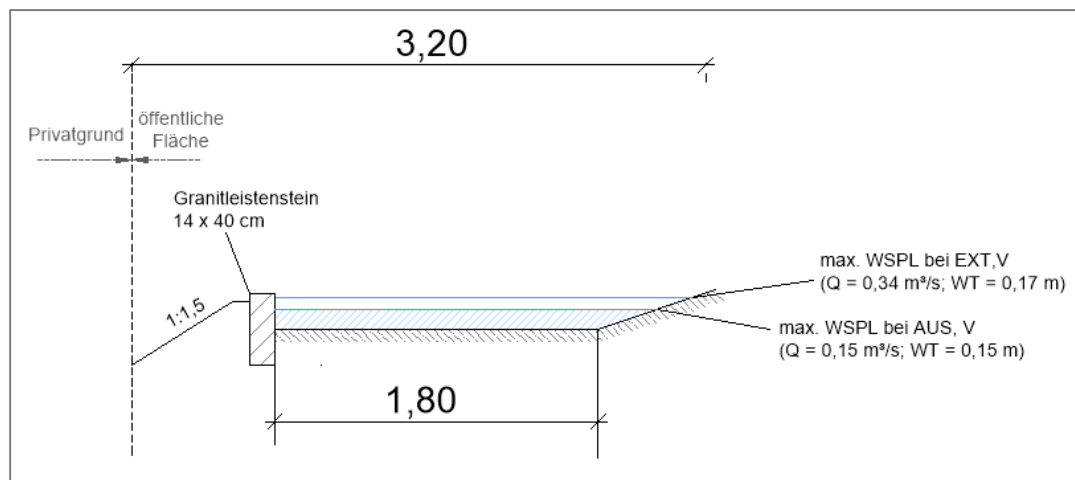


Abbildung 18: Skizze einer möglichen Ausbildung der Flutmulde

Die Abmessungen der Mulde ergeben sich aus einem Längsgefälle von 1 % auf Grundlage der beschriebenen Geländemodellierungen und wurden mittels der Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler ermittelt. Es wird von einem geschotterten Weg ausgegangen, wobei der Rauheitsbeiwert bei ca. $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ liegt.

Die Mulde kann ebenso begrünt ausgeführt werden, um ein besseres Einfügen in die restliche Freiflächengestaltung zu erreichen. Hierbei ist zu beachten, dass sich durch die Begrünung eine höhere Rauheit des Untergrundes und damit geringere Fließgeschwindigkeiten in der Mulde ergeben kann, wodurch die Wassertiefen ansteigen und diese ggf. größer dimensioniert werden muss.



4.4 Variante 2b: Hochpunkt in der Erschließungsstraße + Ableitung des Außengebiets

Während der Bearbeitung des Gutachtens wurde entschieden, im Rahmen der Erschließung auch die Käthe-Kollwitz-Straße auszubauen, da hier Maßnahmen am Kanal erforderlich sind. Dies eröffnet die Möglichkeit, die Straße so zu gestalten, dass das anfallende Außengebietswasser über diese in Richtung Süden abgeleitet werden kann.



Abbildung 19: Ableitung des Außengebiets über die Käthe-Kollwitz-Straße

Hierzu sollte das Quergefälle der Käthe-Kollwitz-Straße in Richtung Westen abfallen und der Ausbau mit einem 4-5 cm hohen Anschlag auf der Ostseite erfolgen.

Somit müssen nur noch die innerhalb des Baugebiets selbst anfallenden Niederschlagsmengen abgeleitet werden.



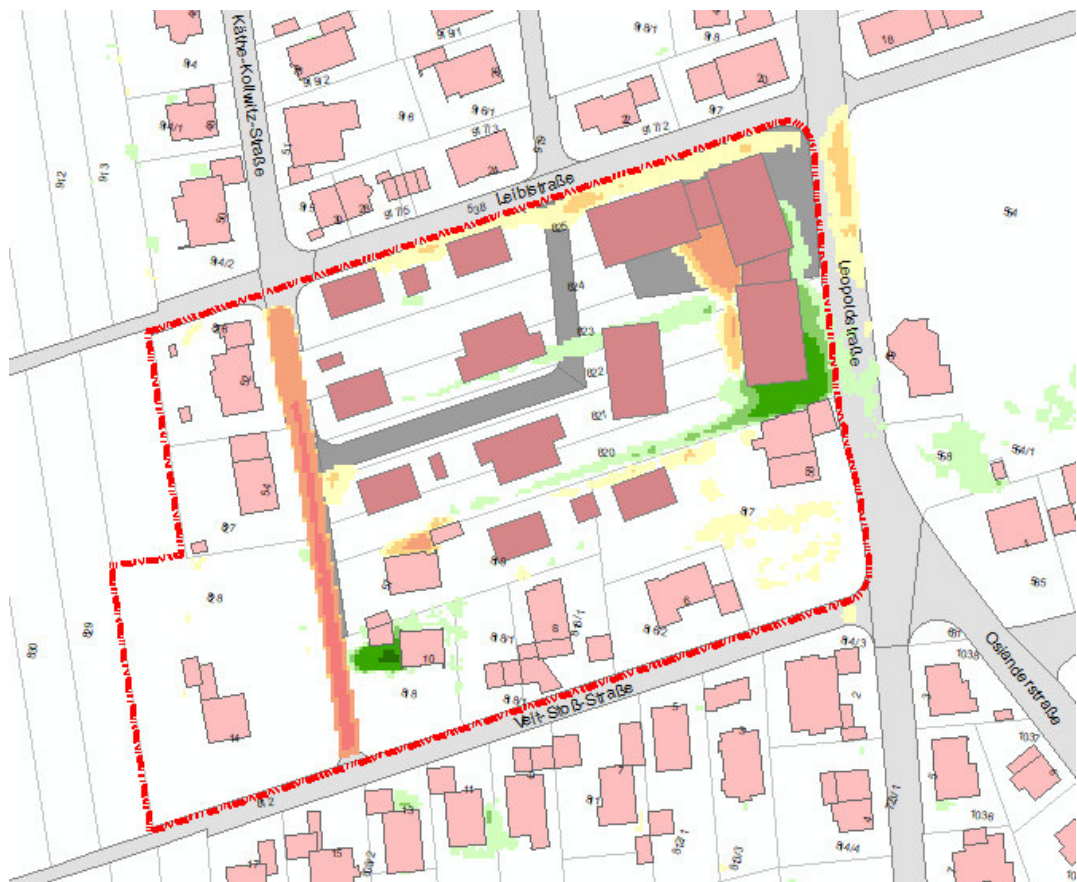


Abbildung 20: Differenzplan Bestand - Variante 2b

Durch die Abtrennung des Außengebiets (Käthe-Kollwitz-Straße hier als Senke modelliert), in Verbindung mit der Verkleinerung der in Richtung Süden entwässernden Flächen (Hochpunkt in der Erschließungsstraße) und der Entwässerung des Gebiets selbst ist mit keiner Verschlechterung der Überflutungssituation der Unterliger zu rechnen. Es ist zu erwarten, dass die gelb markierten Flächen auf FIST.-Nr. 817 durch eine entsprechend hoch ausgelegte Entwässerung der zu Erschließenden Flächen zu vernachlässigen sind. Durch die finale Planung mit Stützmauer wird ein Abfluss in diese Richtung ohnehin nicht möglich sein.



4.5 Empfehlung

Es wurden verschiedene Varianten der Niederschlagswasserableitung im Starkregenfall untersucht.

Variante 1a scheidet aus, da die Ableitung in diesem Fall über Privatgrund erfolgt und es zu keiner Verschlechterung der Überflutungssituation der Unterlieger kommen darf.

Variante 1b folgt ebenfalls dem bestehenden Gefälle, jedoch muss das Höhenniveau im Süden leicht angehoben werden, um den Anschluss der Entwässerungsmulde an die Leopoldstraße zu ermöglichen. Im Zuge der Erschließungen ist jedoch mit einer noch höheren Anhebung zu rechnen, um die Grundstücke auf eine Höhe mit der geplanten Erschließungsstraße zu bringen. Da die Grundstücke bereits verkauft wurden, müsste die Flutmulde auf Privatgrund festgesetzt werden, da eine Ausführung als öffentliche Fläche somit nicht mehr möglich ist.

In **Variante 2b** verringert sich die über die Flutmulde abzuführende Kubatur durch die Ausbildung eines Hochpunkts in der Erschließungsstraße und die damit verbundene Verkleinerung des Einzugsgebiets. Die Flutmulde befindet sich jedoch weiterhin auf Privatgrund.

Variante 2b ermöglicht die komplette Abkopplung des Außengebiets durch die Neugestaltung der Käthe-Kollwitz-Straße. Im Zusammenspiel mit der Ausgestaltung eines Hochpunkts in der Erschließungsstraße wird das in Richtung Süden fallende Einzugsgebiet so weit verkleinert, dass in Verbindung mit einer funktionierenden Entwässerung des Neubaugebiets keine weiteren Maßnahmen nötig sind, um das Risiko für die Unterlieger zu minimieren. Zur Höhengestaltung ist jedoch an der Südgrenze der Erschließung eine Stützmauer vorzusehen.

Es wird vorgeschlagen eine städteplanerische Abwägung zwischen Variante 1b und 1b und 2b vorzunehmen. Die Entscheidung wird somit hauptsächlich über das Gewünschte Erscheinungsbild des Baugebiets zu treffen sein.



Ein Vergleich der Höhenprofile (Nord nach Süd über die geplante Erschließungsstraße bis zur Grenze des Baugebiets) ist nachstehender Abbildung zu entnehmen.

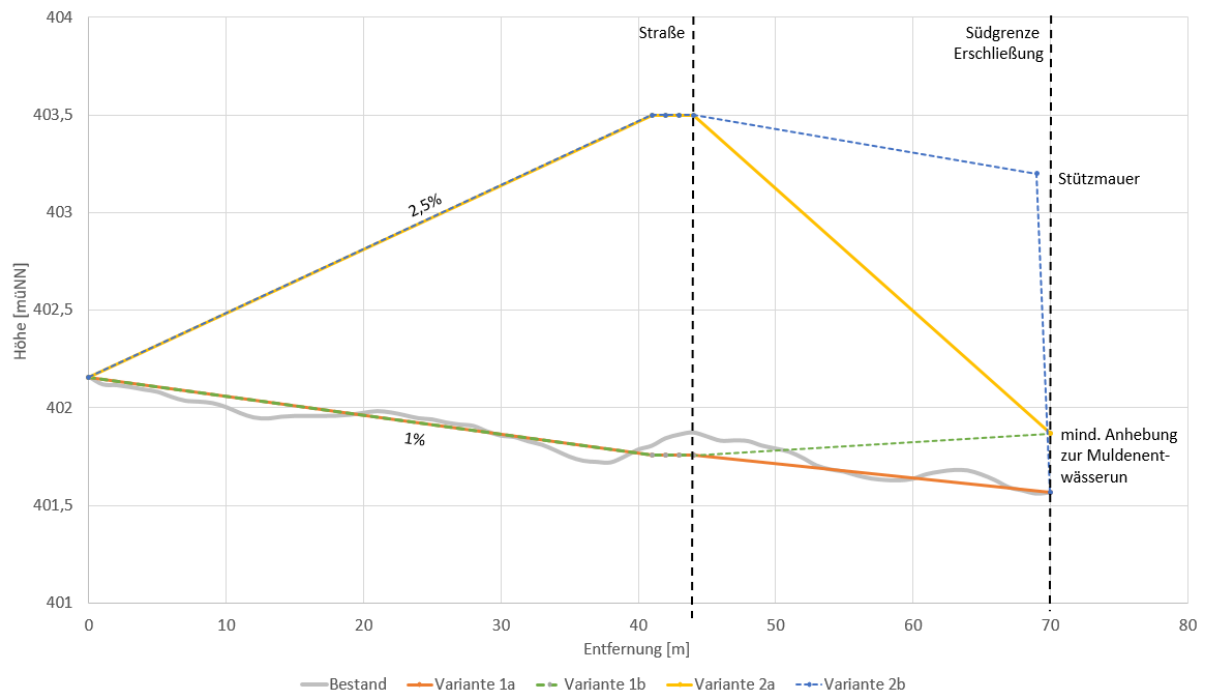


Abbildung 21: Vergleich Höhenprofile Varianten



5 Vorschläge für Festsetzungen

In Abstimmung mit der Stadt Reutlingen wurde entschieden, Variante 1b weiter zu verfolgen. In Bezug auf die oben beschriebenen Maßnahmevorschläge zur Vermeidung bzw. Minimierung von Schäden und Risiken bei Starkregenereignissen im B-Plangebiet, sowie auf das Entwässerungskonzept, werden die nachfolgend beschriebenen Festsetzungen für den Bebauungsplan vorgeschlagen.

5.1 Flächenwirksame Vorsorge

Anlage einer Freihaltefläche als Abflusskorridor

Am Südrand des Baugebietes sollten Flächen für die Wasserwirtschaft freigehalten werden, um Platz für eine Flutmulde zur Ableitung des Abflusses in Richtung der Verkehrswege zu schaffen (Flächen und Maßnahmen für die Regelung des Wasserabflusses (§9(1) 16 b + c BauGB und § 37 (1) und §§ 73 – 78 WHG)).

Bauliche Anlagen sind innerhalb dieser Flächen zu verbieten. Eine Bepflanzung mit Bäumen sollte ausgeschlossen werden, um den ungehinderten Wasserabfluss zu gewährleisten. Rasen und Sträucher sind möglich, sollte jedoch bei der Dimensionierung der Flutmulde berücksichtigt werden. Nachbargrundstücke entlang von Notabflusswegen sind durch geeignete Maßnahmen z.B. durch Hochwasserschutzwände gegen Zuflüsse aus dem Planbereich zu schützen.

Verminderung des Oberflächenabflusses

Zur Minimierung des Versiegelungsgrades und des Oberflächenabflusses sollten Zuwege, Stellplätze und Zufahrten, wenn möglich, mit wasserdurchlässigen Belägen (z.B. wasser- und luftdurchlässige Betonsteine, Rasengittersteine, Rasenschotter, wassergebundene Decke) hergestellt werden. Die Wirkung dieser Maßnahme ist auf sehr häufige Regenereignisse beschränkt und wirkt sich damit lediglich auf die Niederschlagswasserbeseitigung aus. Durch eine Verringerung der undurchlässigen Fläche kann jedoch einer ggf. geringen Versickerungsrate entgegengewirkt werden, wodurch die Bereitstellung von Flächen zur Niederschlagswasserbeseitigung erleichtert werden kann.



5.2 Bauvorsorge

Zur Verminderung und Vermeidung von Hochwasserschäden an der geplanten Bebauung wird eine hochwasserangepasste Bauweise und Nutzung der Gebäude empfohlen. Folgende Maßnahmenvorschläge sollten u.a. im Rahmen der Eigenvorsorge berücksichtigt werden:

- Die Eingänge bzw. EFH (Oberkante Fußboden im Erdgeschoss) sollten über dem Fahrbahnrand und wenn möglich gegenüber der ermittelten Überflutungsflächen geplant werden.
- Erdgeschosshöhen die z.B. aus Gründen der Barrierefreiheit nicht mit der empfohlenen Höhendifferenz zu Straßen und Plätzen realisiert werden können, sollen über technische Maßnahmen gegen eindringendes Wasser geschützt werden.
- Lichtschächte sollten erhöht und gegen Eindringen von Wasser gesichert werden. Ggf. sind druckdichte Kellerfenster vorzusehen.
- Möglichst wasser-unsensible Nutzung der Untergeschosse.
- Zum Schutz vor Rückstau aus der Kanalisation sind Rückstausicherungen vorzusehen.

5.3 Überflutungsnachweis

Für Grundstücke mit mehr als 800 m² abflusswirksamer Fläche ist im Genehmigungsverfahren ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 | 2016-12 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“ zu erbringen.



6 Zusammenfassung

Im Zuge der Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurde zunächst die Überflutungssituation im Untersuchungsgebiet aufgrund der bestehenden Bebauung berechnet. In einem weiteren Schritt wurde die geplante Bebauung eingefügt, um zu ermitteln, welchen Effekt die Neubebauung auf die Überflutungssituation der Unterlieger hat und inwieweit eine Gefährdung für das geplante Baugebiet selbst besteht. Es wurde ersichtlich, dass durch die Versiegelung ein Mehrabfluss entsteht, welcher insbesondere auf Flurstück Nr. 817 zu einer Erhöhung der Wassertiefen im Starkregenfall führt.

Aus diesem Grund wurden verschiedene Varianten von Maßnahmen untersucht. In Abstimmung mit der Stadt Reutlingen wurde entschieden, Variante 1b weiter zu verfolgen. Hierbei wird das aus Richtung Nordwesten kommende Außengebietswasser über eine Flutmulde im Süden der Neubebauung abgeleitet werden, um den durch die Versiegelung im Plangebiet entstehenden Mehrabfluss gezielt über die Leopoldstraße abzuleiten.

Ein absoluter Schutz gegen die negativen Auswirkungen von Starkregenereignissen ist nicht möglich, jedoch können diese durch die Empfehlungen, welche in diesem Gutachten genannt werden, jedoch maßgeblich vermindert werden.

Aufgestellt:

Münsingen, 05.09.2023



Anhang 1

KOSTRA-Tabellen

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 28, Zeile 88
 Ortsname : Reutlingen (BW)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	6,1	8,5	9,9	11,7	14,1	16,5	18,0	19,8	22,2
10 min	9,6	12,8	14,6	16,9	20,1	23,2	25,1	27,4	30,6
15 min	11,9	15,6	17,7	20,5	24,2	27,8	30,0	32,7	36,4
20 min	13,5	17,6	20,0	23,1	27,2	31,3	33,7	36,8	40,9
30 min	15,7	20,5	23,3	26,8	31,6	36,4	39,2	42,8	47,6
45 min	17,5	23,1	26,4	30,5	36,1	41,8	45,0	49,2	54,8
60 min	18,6	24,9	28,5	33,1	39,4	45,7	49,3	53,9	60,2
90 min	20,4	26,9	30,8	35,6	42,2	48,8	52,6	57,5	64,0
2 h	21,7	28,5	32,5	37,5	44,3	51,1	55,1	60,1	66,9
3 h	23,8	30,9	35,1	40,4	47,5	54,6	58,8	64,1	71,2
4 h	25,4	32,8	37,1	42,5	49,9	57,3	61,6	67,1	74,5
6 h	27,8	35,5	40,1	45,8	53,5	61,3	65,8	71,6	79,3
9 h	30,4	38,6	43,3	49,3	57,5	65,6	70,4	76,4	84,5
12 h	32,5	40,9	45,8	52,0	60,4	68,9	73,8	80,0	88,4
18 h	35,5	44,4	49,5	56,1	64,9	73,8	78,9	85,4	94,3
24 h	37,9	47,1	52,4	59,1	68,3	77,5	82,8	89,5	98,7
48 h	47,3	57,3	63,2	70,5	80,5	90,5	96,3	103,7	113,7
72 h	53,9	64,4	70,5	78,2	88,7	99,2	105,3	113,0	123,5

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	11,90	18,60	37,90	53,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	36,40	60,20	98,70	123,50

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $rN(D;T)$ bzw. $hN(D;T)$ in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 28, Zeile 88
 Ortsname : Reutlingen (BW)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	203,3	283,3	330,0	390,0	470,0	550,0	600,0	660,0	740,0
10 min	160,0	213,3	243,3	281,7	335,0	386,7	418,3	456,7	510,0
15 min	132,2	173,3	196,7	227,8	268,9	308,9	333,3	363,3	404,4
20 min	112,5	146,7	166,7	192,5	226,7	260,8	280,8	306,7	340,8
30 min	87,2	113,9	129,4	148,9	175,6	202,2	217,8	237,8	264,4
45 min	64,8	85,6	97,8	113,0	133,7	154,8	166,7	182,2	203,0
60 min	51,7	69,2	79,2	91,9	109,4	126,9	136,9	149,7	167,2
90 min	37,8	49,8	57,0	65,9	78,1	90,4	97,4	106,5	118,5
2 h	30,1	39,6	45,1	52,1	61,5	71,0	76,5	83,5	92,9
3 h	22,0	28,6	32,5	37,4	44,0	50,6	54,4	59,4	65,9
4 h	17,6	22,8	25,8	29,5	34,7	39,8	42,8	46,6	51,7
6 h	12,9	16,4	18,6	21,2	24,8	28,4	30,5	33,1	36,7
9 h	9,4	11,9	13,4	15,2	17,7	20,2	21,7	23,6	26,1
12 h	7,5	9,5	10,6	12,0	14,0	15,9	17,1	18,5	20,5
18 h	5,5	6,9	7,6	8,7	10,0	11,4	12,2	13,2	14,6
24 h	4,4	5,5	6,1	6,8	7,9	9,0	9,6	10,4	11,4
48 h	2,7	3,3	3,7	4,1	4,7	5,2	5,6	6,0	6,6
72 h	2,1	2,5	2,7	3,0	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8

Legende

- T** Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	11,90	18,60	37,90	53,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	36,40	60,20	98,70	123,50

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $rN(D;T)$ bzw. $hN(D;T)$ in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.