



**Ingenieure für Wasser, Umwelt  
und Datenverarbeitung GmbH**

Nagelschmiedstraße 11a  
37671 Höxter

# **Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen**

**Ortsteile Erkeln und Beller**

Höxter, den 07.10.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Beschreibung der Örtlichkeit.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung des Starkregenereignisses vom 15.10.2019.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Niederschlagsszenarien für die Starkregensimulation.....</b>	<b>6</b>
3.1	Grundlagen.....	6
3.2	<i>Untersuchung des Szenario 1.....</i>	<i>7</i>
3.3	<i>Untersuchung des Szenario 2.....</i>	<i>7</i>
3.4	<i>Untersuchung des Szenario 3.....</i>	<i>7</i>
<b>4</b>	<b>Datengrundlagen.....</b>	<b>7</b>
4.1	Vermessungsdaten.....	7
4.2	Geländemodell.....	8
4.3	Luftbilder.....	8
4.4	Hydrologische Daten.....	8
<b>5</b>	<b>Detaillierte hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung..</b>	<b>8</b>
5.1	Verwendetes Strömungsmodell.....	8
5.2	Modellerstellung.....	9
5.3	Geländerauheiten.....	10
<b>6</b>	<b>Betrachtung Istzustand und Maßnahmen Ortsteil Erkeln.....</b>	<b>12</b>
6.1	<i>Bestandssimulation.....</i>	<i>12</i>
6.2	Betrachtung von Maßnahmen.....	13
6.2.1	Absenkung L863 im Ortskern.....	13
6.2.2	<i>Maßnahme Hellweg.....</i>	<i>16</i>
6.2.3	<i>Maßnahme Rückhaltung Vogelsangbach.....</i>	<i>18</i>
6.2.4	Maßnahme Ausbau Wassergraben.....	21
6.2.5	<i>Maßnahme Friedhof.....</i>	<i>24</i>
6.2.6	zusätzliche Maßnahmen, die nicht hydraulisch untersucht wurden.....	29
6.2.6.1	Sicherung von Heu- und Strohbällen vor der Verdriftung.....	29
6.2.6.2	Einlauf Vogelsangbach.....	29
6.2.6.3	Änderung der Nutzung im Einzugsgebiet.....	30
6.2.7	verworfenen Maßnahmen.....	31
6.2.7.1	Kleinrückhalte im Oberlauf des Wassergrabens.....	31
6.2.7.2	Verbreiterung des Wassergrabens unterhalb der Querung der K39.....	32
<b>7</b>	<b>Betrachtung Istzustand und Maßnahmen Ortsteil Beller.....</b>	<b>33</b>
7.1	<i>Bestandssimulation.....</i>	<i>33</i>
7.2	Betrachtung von Maßnahmen.....	34
7.2.1	<i>Maßnahme Johann-Fleckner-Straße und Durchlässe K39.....</i>	<i>34</i>
7.2.2	zusätzliche Maßnahmen, die nicht hydraulisch untersucht wurden.....	36
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>37</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Einzugsgebiet der Ortschaften Erkeln und Beller.....	2
Abbildung 2:	Laserscan aus der Drohnenbefliegung des Kreises Höxter vom 26.10.2019....	4
Abbildung 3:	Foto der Erosionsrinnen auf einem Acker aus der Drohnenbefliegung.....	4

Abbildung 4: Auswertung der Erosions- und Fließwege auf der Grundlage der Drohnenbefliegung des Kreises (erstellt durch die Stadt Brakel).....	5
Abbildung 5: Fotos aus Erkeln während und nach dem Ereignis [4].....	5
Abbildung 6: Fotos aus Erkeln nach dem Starkregenereignis [4].....	6
Abbildung 7: Dreiecksvermaschung des Modellnetzes der Ortschaft Erkeln.....	10
Abbildung 8: Prinzipskizze für tiefenabhängige Rauheiten.....	11
Abbildung 9: Maßnahmen an der Neue Straße (L863).....	14
Abbildung 10: L863 Fließwege, Istzustand Szenario 1.....	15
Abbildung 11: L863 Fließwege, Planungsfall Szenario 1.....	15
Abbildung 12: Maßnahmen am Hellweg.....	16
Abbildung 13: Fließwege Hellweg, Istzustand Szenario 1.....	17
Abbildung 14: Fließwege Hellweg, Planungsfall Szenario 1.....	17
Abbildung 15: Beckenstandorte vor dem Bau der Rückhaltungen.....	19
Abbildung 16: Beckenstandorte oberhalb und unterhalb der L863 im Vogelsangbach.....	19
Abbildung 17: Bachstraße im Istzustand, Istzustand Szenario 1.....	20
Abbildung 18: Fließwege Bachstraße, Planungsfall Szenario 1.....	20
Abbildung 19: Maßnahmen Wassergraben.....	21
Abbildung 20: Sohlverbreiterung Wassergraben.....	22
Abbildung 21: Fließwege Wassergraben, Istzustand Szenario 1.....	23
Abbildung 22: Fließwege Wassergraben, Planungsfall Szenario 1.....	23
Abbildung 23: Maßnahmen am Friedhof.....	25
Abbildung 24: Fließwege Friedhof, Istzustand Szenario 1.....	26
Abbildung 25: Fließwege Friedhof, Variante Szenario 1.....	26
Abbildung 26: Fließwege unterhalb des Friedhofs, Istzustand Szenario 1.....	27
Abbildung 27: Fließwege unterhalb des Friedhofs, Variante Szenario 1.....	27
Abbildung 28: Hecke am Einlauf Vogelsangbach.....	28
Abbildung 29: Einlaufgitter Vogelsangbach.....	29
Abbildung 30: Wasserspiegeldifferenz Planungszustand minus Istzustand, Becken WassergrabenSzenario 1.....	30
Abbildung 31: Wasserspiegeldifferenz Planungszustand minus Istzustand, Aufweitung Wassergraben Szenario 1.....	31
Abbildung 32: Istsituation Ortskern, Szenario 2.....	32
Abbildung 33: Maßnahmen Johann-Fleckner-Straße und K39.....	33
Abbildung 34: Fließwege Johann-Fleckner-Straße und K39, Istzustand Szenario 1.....	34
Abbildung 35: Fließwege Johann-Fleckner-Straße und K39, Planungszustand Szenario 1	34

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stützstellen der tiefenabhängigen Rauheiten der Modelle.....	12
-------------------------------------------------------------------------	----

## Anlagen

Anlage A	Übersichtspläne
Anlage B	Starkregenkarten Szenario 1, Niederschlag historisches Ereignis, Bestand
Anlage C	Starkregenkarten Szenario 2, Niederschlag 100jährlich, 1 Stunde, Bestand
Anlage D	Starkregenkarten Szenario 3, Niederschlag 90 mm, 1 Stunde, Bestand
Anlage E	Starkregenkarten Szenario 1, Niederschlag historisches Ereignis, Variante

## 1 Veranlassung und Beschreibung der Örtlichkeit

Am 15.10.2019 kam es im Stadtgebiet von Brakel zu einem Starkregenereignis, das zu großen Schäden geführt hat. Besonders betroffen waren die Ortschaften Erkeln, Beller und Hembsen. Im Stadtgebiet von Höxter kam noch die Ortschaft Ottbergen hinzu. Dieses Ereignis wurde von der Stadt Brakel zum Anlass genommen, die Auswirkungen von Starkregen und auch mögliche Maßnahmen zur Verminderung von Schäden untersuchen zu lassen. Das Land Nordrhein-Westfalen hat für die Erarbeitung von Starkregenkonzepten ein Förderprogramm aufgelegt, durch das auch diese Untersuchung mit finanziert wird. Die vorliegende Untersuchung bezieht sich dabei nur auf die Ortschaften Erkeln und Beller, da die Ortschaft Hembsen im Rahmen eines anderen Projekts betrachtet wird.

Die Einzugsgebiete der beiden Ortschaften sind in Abbildung 1 dargestellt.

Beller verfügt über ein vergleichsweise kleines Einzugsgebiet (1,4 km<sup>2</sup>). Die Ortschaft liegt unterhalb eines Hanges und das dort abfließende Wasser fließt in den Ortskern. Das Einzugsgebiet wird fast vollständig landwirtschaftlich genutzt. Die ackerbaulich genutzten Flächen sind im Rhythmus der Jahreszeiten nur zeitweise mit Pflanzen bestellt. Es kommt immer wieder zu Zeiten, in denen die Ackerflächen ein sehr hohes Erosionspotential aufweisen. Bei den heute überwiegend verwendeten Bodenbewirtschaftungsmethoden ist die Wasseraufnahmefähigkeit des Ackerbodens häufig verringert.

Das Einzugsgebiet von Erkeln ist mit 13,9 km<sup>2</sup> deutlich größer. Ein großer Teil des Gebiets gehört zum Einzugsgebiet des Vogelsangbachs, der von Süden kommend zum Ortskern fließt. Dort ist er dann verrohrt und mündet unterhalb des bebauten Bereichs in die Nethe. Der westliche Teil des Einzugsgebiets gehört zu einem namenlosen Gewässer (örtliche Bezeichnung Wassergraben), das im unteren Abschnitt parallel zur K39 verläuft. Es tangiert den westlichen Ortsrand und fließt dann unter der K39 hindurch zur Nethe.

Auch das Einzugsgebiet von Erkeln wird zum weitaus größten Teil ebenfalls intensiv landwirtschaftlich genutzt. Hier besteht wie in Beller zwischenzeitlich im Jahresverlauf und je nach der von den Wirtschaftern gewählten Fruchtfolge ein erhöhtes Erosionsrisiko.

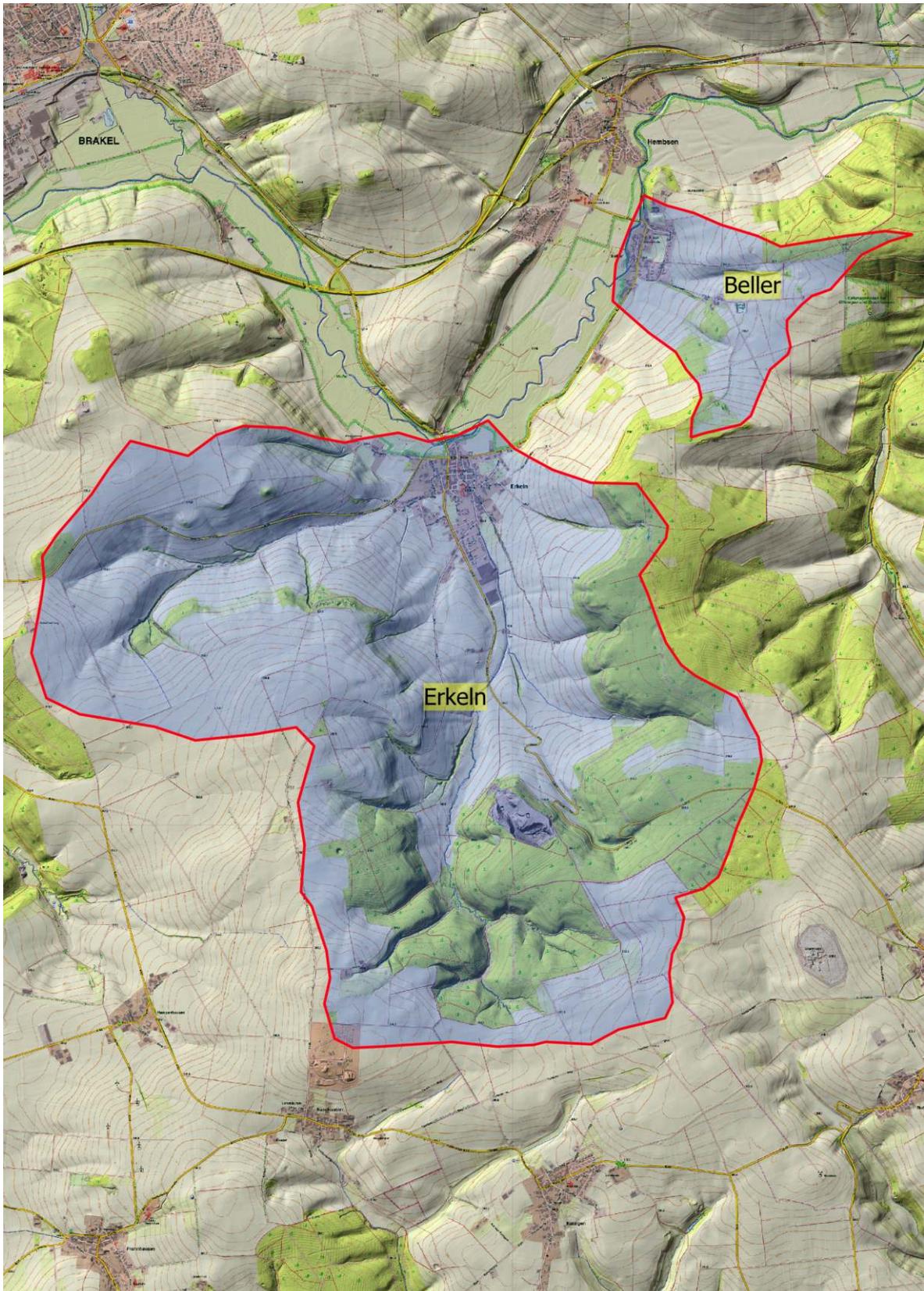


Abbildung 1: Einzugsgebiet der Ortschaften Erkeln und Beller

## 2 Beschreibung des Starkregenereignisses vom 15.10.2019

Am 15.10.2019 trat im Bereich der Städte Brakel und Höxter gegen 22:00 Uhr ein Starkregenereignis auf. Im Stadtgebiet von Brakel waren die Orte Erkeln, Beller und Hembsen besonders betroffen. Auf der Kläranlage Hembsen wurden innerhalb von 10 Minuten 23 mm/m<sup>2</sup> Niederschlag registriert. Insgesamt fielen dort innerhalb von 129 Minuten 29 mm Niederschlag pro m<sup>2</sup>. Für die Dauerstufe 10 Minuten entspricht dies nach KOSTRA-DWD 2010R ungefähr einem 100jährigen Niederschlag.

Die Ausgangssituation auf den landwirtschaftlichen Flächen in den Einzugsgebieten von Erkeln und Beller war denkbar ungünstig. Große Teile der Flächen wurden kurz vorher bearbeitet und die Getreideeinsaat hatte in den Tagen vor dem Niederschlag stattgefunden. Die Ackerkrume war dementsprechend stark aufgelockert. Dies führte anfangs zu einer besseren Wasseraufnahmefähigkeit als bei schon zugeschlammten Böden. Der sehr intensive Niederschlag führte aber trotz der Versickerung eines Teils des Niederschlags zu Oberflächenabfluss, der große Mengen des aufgelockerten Bodens abschwemmte. Der Kreis Höxter hat nach dem Starkregenereignis eine Drohnenbefliegung eines Teils des Einzugsgebiets von Erkeln durchgeführt, bei der Luftbilder und Höheninformationen aufgenommen wurden.

Die Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt dieses Laserscans. In der Mitte des Bildes sind die auf einer Ackerfläche entstandenen Erosionsrinnen deutlich erkennbar. Weitere Erosionsrinnen derselben Befliegung sind in Abbildung 3 zu erkennen. In Abbildung 4 ist eine von der Stadt Brakel auf der Basis der Drohnenbefliegung vorgenommene Auswertung der Erosions- und Fließwege dargestellt.

Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen die massive Abschwemmung von Bodenmaterial im Einzugsgebiet von Erkeln, wie sie auch in den Einzugsgebieten von Beller und anderen betroffenen Ortschaften vorzufinden waren.

In der Folge des Starkregens sammelte sich das Wasser-Boden-Gemisch entlang der Geländetiefenlinien und floss in Richtung Erkeln. Die Reaktionszeit war dabei sehr kurz. So liegen Augenzeugenberichte davon vor, dass schon gegen 22:05 Uhr (Regenbeginn in Hembsen 21:52 Uhr) erste Keller vollgelaufen waren und dass bereits um 22:30 Uhr der Scheitelabfluss durch den Ort geflossen ist. Der Ortskern wurde aus mehreren Richtungen von zuströmendem Wasser und Schlamm getroffen. Ein Belastungsschwerpunkt war dabei der Vogelsangbach, dessen Verrohrung in der Bachstraße die Wasser- und Schlammmassen nicht aufnehmen konnte. Dem Ort strömten aber auch aus anderen Richtungen über den Hellweg (Südwesten), den Kapellenweg (Westen) und die Steinbreite (Osten) Wasser- und Schlammmassen zu. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Fotoaufnahmen der Überflutung im Ortskern und die Folgen nach dem Ablauf des Ereignisses am nächsten Tag.

In Beller erfolgte der Zustrom von Wasser und Schlamm vor allem über die Straße Grüner Grund und die Johann-Fleckner-Straße. Vergleichbare Schäden wie sie in Erkeln aufgetreten sind, sind in Beller nicht entstanden.



*Abbildung 2: Laserscan aus der Drohnenbefliegung des Kreises Höxter vom 26.10.2019*



*Abbildung 3: Foto der Erosionsrinnen auf einem Acker aus der Drohnenbefliegung des Kreises Höxter vom 26.10.2019*

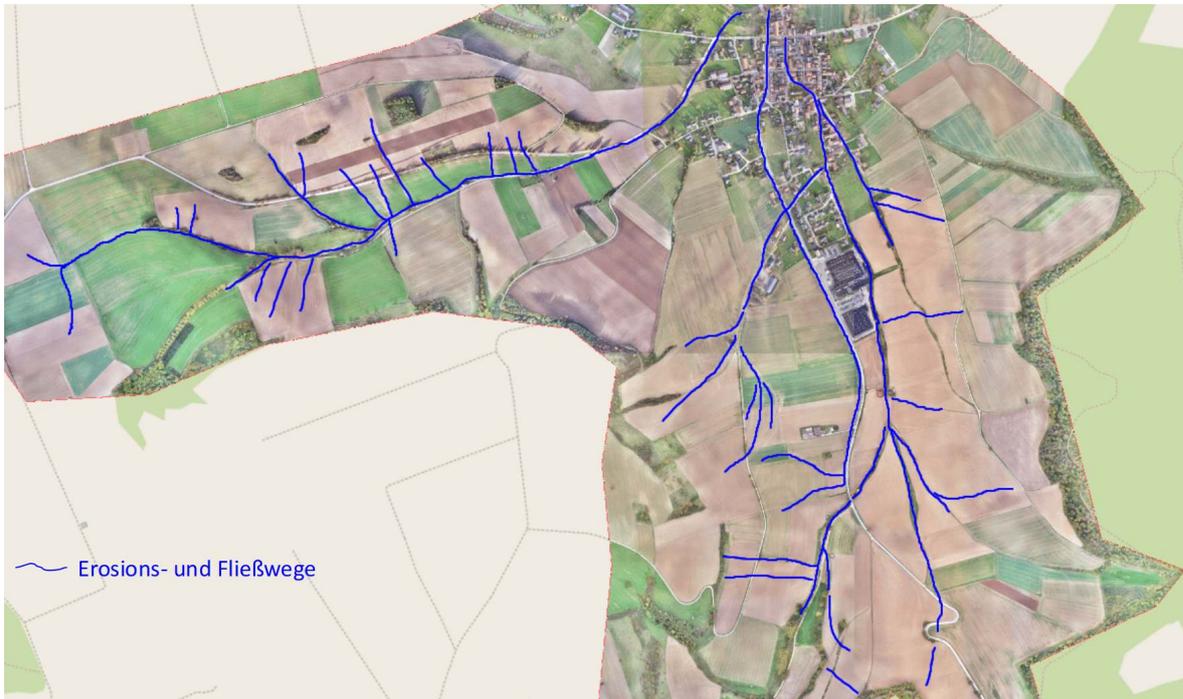


Abbildung 4: Auswertung der Erosions- und Fließwege auf der Grundlage der Drohnenbefliegung des Kreises (erstellt durch die Stadt Brakel)

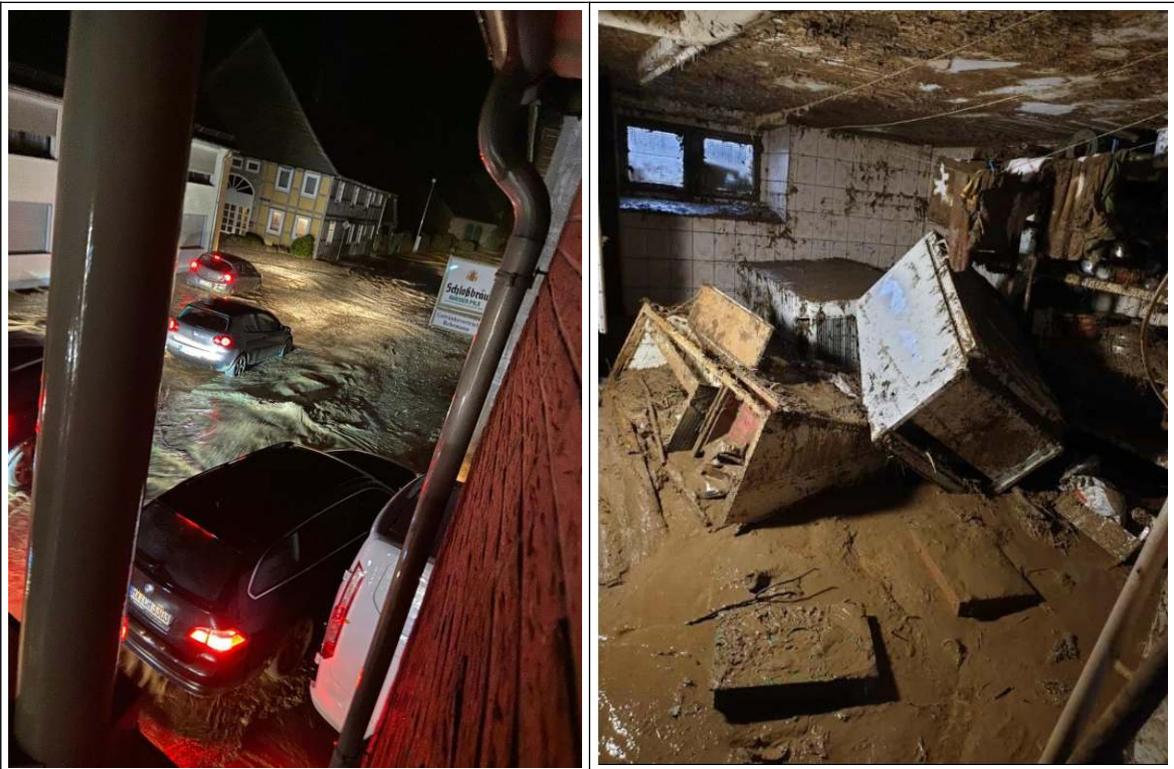


Abbildung 5: Fotos aus Erkeln während und nach dem Ereignis [4]



Abbildung 6: Fotos aus Erkeln nach dem Starkregenereignis [4]

### 3 Niederschlagsszenarien für die Starkregensimulation

#### 3.1 Grundlagen

Das „Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen“ (MUNLV) gibt die „Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement“ heraus. Diese Arbeitshilfe wurde als Grundlage für die Starkregenbetrachtung der Ortschaften Erkeln und Beller der Stadt Brakel verwendet.

Für das Starkregenrisikomanagement sollen für die Ortschaften Erkeln und Beller entsprechend der Arbeitshilfe, drei unterschiedliche Niederschlagsereignisse betrachtet werden. Für alle Szenarien gilt, dass die Niederschläge in 5 Minuten Zeitschritten verwendet wurden.

Nach der Arbeitshilfe ist die Betrachtung des Kanalnetzes nur in Ausnahmefällen vorgesehen, sodass hier darauf verzichtet wurde. Ausnahme sind Verrohrungen von Überfahrten und die Verrohrung des Vogelsangbach in der Bachstraße in Erkeln. Diese Verrohrung ist als 1D-Bauwerk in das Modell eingebaut (aufgeteilt auf drei 1D-Elementen, die in Summe den Querschnitt des Bauwerks abbilden). Dabei handelt es sich um eine vereinfachte Betrachtung, da 1D-Elemente in Hydro\_AS-2D nur die hydraulische Leistungsfähigkeit, nicht aber eine Fließzeit, abbilden.

### **3.2 Untersuchung des Szenario 1**

Szenario 1 beschreibt nach der Arbeitshilfe [2] „ein seltenes Ereignis, das häufiger als ein 100-jährliches Ereignis auftritt, aber die Bemessung des Kanalnetzes noch deutlich überschreitet“ [2]. Gewählt wurde für dieses Szenario der Niederschlag vom 15.10.2019. Dieser Niederschlag entspricht nach KOSTRA-DWD 2010R in der Dauerstufe 10 Minuten ungefähr einem 100jährigen Ereignis. Für die Dauerstufe 60 Minuten liegt die Jährlichkeit zwischen 5 und 10jährlich. Da für dieses Ereignis gute Beobachtungsdaten vorliegen, der Niederschlag deutlich über dem Bemessungsszenario für das Kanalnetz (z. B. 15 Minuten, 5jährlich) und die Jährlichkeit für längere Niederschläge deutlich unter dem 100jährigen liegt, wurde dieser historische Niederschlag für das Szenario 1 gewählt.

### **3.3 Untersuchung des Szenario 2**

In dem Szenario 2 der Starkregenanalysen soll „ein außergewöhnliches Ereignis, welches regional differenziert durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1 Stunde) mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren generiert wird und zu einem außergewöhnlichen Oberflächenabflussereignis führt“ [2], abgebildet werden. Für dieses Szenario stellt das LANUV einen landesweiten Datensatz für die entsprechende Niederschlagshöhe zur Verfügung [3]. Dieser Niederschlag beläuft sich für das Stadtgebiet Brakel auf 52,5 mm. In diesem Szenario werden Versickerungsprozesse entsprechend der Vorgaben aus der Arbeitshilfe nicht berücksichtigt.

### **3.4 Untersuchung des Szenario 3**

Das Szenario 3 beschreibt „ein extremes Ereignis, welches durch ein extremes Niederschlagsereignis (90 mm in 1 Stunde) generiert wird und zu einem extremen Oberflächenabfluss führt“ [2]. In diesem Szenario werden Versickerungsprozesse entsprechend der Vorgaben aus der Arbeitshilfe nicht berücksichtigt.

## **4 Datengrundlagen**

### **4.1 Vermessungsdaten**

Die Vermessungen innerhalb der Einzugsgebiete Erkeln und Beller wurden von der IWUD GmbH mit einem RTK-GPS-Vermessungssystem durchgeführt. Anhand der vorangegangenen DGM-Analysen wurden die Hauptfließwege ermittelt. Das DGM wurden anschließend mit dem RTK-GPS-Vermessungssystem punktuell an den abflussrelevanten Stellen ergänzt.

Es wurden:

- punktuell relevante abflusswirksame Fließhindernisse wie Mauern, Bordsteine, Verrohrungen usw. vermessen.

- die Gewässerläufe des Vogelsangbachs und des Wassergrabens durch die Aufnahme von Querprofilen alle 50 m erfasst und kreuzende Bauwerke wurden vermessen

Zusätzlich wurden Einzelpunkte aufgenommen, wo dies unter hydraulischen Gesichtspunkten notwendig war. Die Vermessungen wurden von Mitte 2020 bis Mitte 2021 durchgeführt.

## **4.2 Geländemodell**

Das Geländemodell (DGM1) wurde vom Land NRW in digitaler Form zur Verfügung gestellt (Stand 2019).

## **4.3 Luftbilder**

Die zu dem Gebiet gehörenden Orthophotos wurden ebenfalls vom Land NRW in digitaler Form zur Verfügung gestellt (Stand 2019).

## **4.4 Hydrologische Daten**

Die hydrologischen Daten stammen aus der Niederschlagsaufzeichnung der Kläranlage Hembsen (2019). Der Regenschreiber der Kläranlage hat an diesem Tag innerhalb von 10 Minuten einen Niederschlag von 23 mm/m<sup>2</sup> gemessen. Der gesamte Niederschlag belief sich über eine Dauer von 129 Minuten auf eine Summe von 29 mm/m<sup>2</sup> und wurde als Ganglinie für die Modellberechnungen verwendet. In der Dauerstufe 10 Minuten entspricht der Niederschlag nach KOSTR DWD 2010R ungefähr einem 100jährigen Ereignis.

Weiterhin werden für die Starkregenbetrachtung in Szenario 2 die Niederschlagsdaten für die Dauerstufe 100 jährlich, 60 Minuten vom LANUV NRW landesweit zur Verfügung gestellt. Die Niederschlagshöhe beträgt für das Gemeindegebiet Brakel 52,5 mm (Stand 2019).

Der Niederschlag der Starkregenbetrachtung für Szenario 3 ist mit 90 mm in 1 Stunde vorgeschrieben [2].

# **5 Detaillierte hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung**

## **5.1 Verwendetes Strömungsmodell**

Für die hydraulischen Modellierungen wurde das zweidimensionale Strömungsmodell Hydro\_AS-2D in der Version 5.1.4 verwendet. Das Programm löst die 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen (Flachwassergleichungen) mit der räumlichen Diskretisierung der Finite-Volumen-Methode. Das Reibungsgefälle wird über die Darcy-Weisbach-Formel berechnet, wobei der Widerstandsbeiwert über den Manning-Strickler-Beiwert definiert wird. Das Modell kann auch hochgradig instationäre Strömungsvorgänge berechnen, wie sie z. B. bei Damnbrüchen auftreten. Weitere Details über das Programm sind in [1] zu finden.

## **5.2 Modellerstellung**

Die Modellerstellung erfolgte mit dem Programmsystem Gecko-2D. Im ersten Schritt wurden aus den vermessenen Querprofilen die Gewässerschläuche erstellt. Dafür verfügt Gecko-2D über einen integrierten Editor, mit dem aus den Querprofilen die Netzstruktur für den Flussschlauch halbautomatisch erstellt wird.

Im nächsten Schritt wurde das Laserscan-DGM des Landes aufbereitet. Hierfür wurde das Programm MeadScan verwendet. Damit können Laserscandaten analysiert und aufbereitet werden. So verfügt das Programm über Methoden zur Erkennung von Bruchkanten. Im Zusammenspiel mit dem Netzgenerator MeadScan (in Gecko-2D integriert) können damit auf sehr effiziente Weise Berechnungsnetze unter Einhaltung vorgegebener Qualitätsgrenzwerte (z. B. kleinster Innenwinkel in den Elementen) erzeugt werden.

Zusätzlich wurden Fließhindernisse, wie Mauern, Treppen, Bordsteine und Bauwerke (wie Verrohrungen, Brückenbauwerke), die mit dem GPS-Vermessungsgerät im Gewässer und in der Ortschaft aufgemessen wurden, in das Modellnetz integriert.

Die Rauheitsbereiche wurden auf der Grundlage der Luftbilder und der Ortsbegehung erstellt und bei der Netzgenerierung den Elementen des Berechnungsnetzes zugeordnet.

Abbildung 10 zeigt einen Ausschnitt der Dreiecksvermaschung des Berechnungsnetzes Erkeln. Die Kantenlängen der Dreieckselemente liegt angepasst an die Geländegeometrie und die hydraulischen Verhältnisse zwischen 0,2 m und 30 m. Das Berechnungsnetz Erkeln besteht aus ca. 600.000 Dreieckselementen und 300.000 Knoten. Das Berechnungsnetz Beller besitzt ca. 480.000 Dreieckselemente und 240.000 Knoten.



Abbildung 7: Dreiecksvermaschung des Modellnetzes der Ortschaft Erkeln

### 5.3 Geländerauheiten

Die Geländerauheit wurde anhand der Atkis-Daten, digitalen Luftbildern und einer Ortsbegehung festgestellt. Die verwendeten Rauheiten wurden in den Berechnungsmodellen größtenteils tiefenabhängig im Modell definiert. Dabei wurde der Kst-Wert bei niedrigen Fließtiefen rauer und bei ansteigenden Fließtiefen glatter angesetzt (Abbildung 8). Die Rauheitswerte wurden dabei nach den aktuellen Empfehlungen der Hydrotec mbH gewählt. In der Tabelle 1 sind die verwendeten Rauheiten aufgeführt.

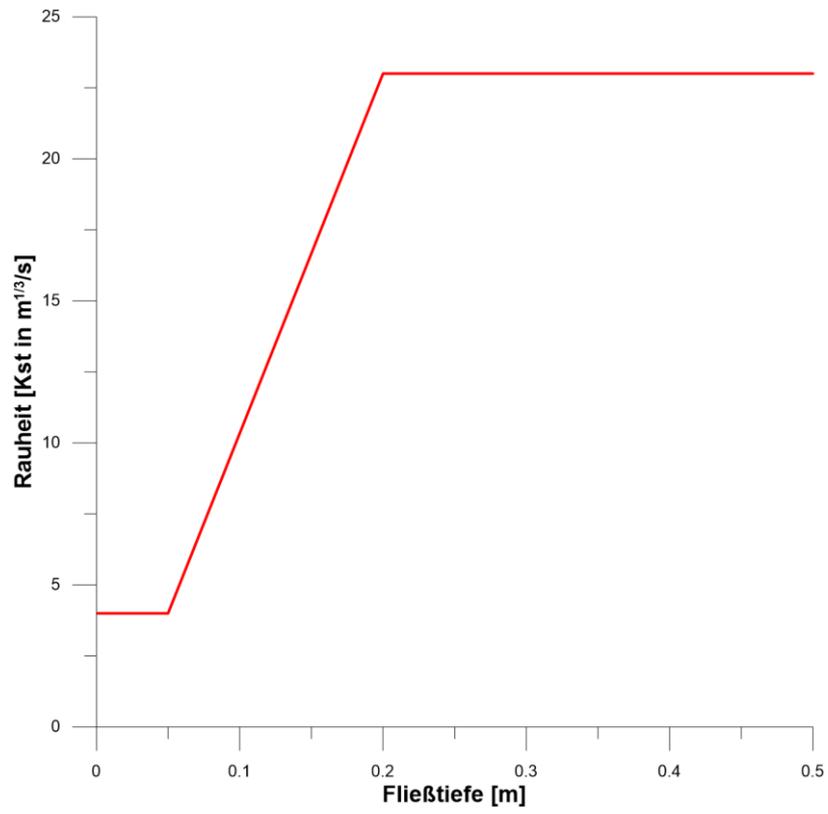


Abbildung 8: Prinzipskizze für tiefenabhängige Rauheiten, Beispiel Parametersatz Acker

Bereich	Rauheit tiefenabhängig [ $m^{1/3}/s$ ]		
	Fließtiefe	Fließtiefe	Fließtiefe
	0,001 m	0,05 m	$\geq 0,20$ m
Acker	4	4	23
Laubwald	4	4	13
Nadelwald	0	4	11
Mischwald	4	4	20
Feldgehölz	4	4	15
Ufergehölz	0	4	15
Grünland	4	4	23
extensives Grünland	4	4	20
Garten	4	4	18
Obstanlage	4	4	22
Sportanlage	4	4	21
Industriefläche	4	4	15
Gebäude	1	1	1
offene Bebauung	4	4	15
Straße	35	35	45
Weg	30	30	40
Platz	28	28	35
Rest	4	4	23
Gewässer	25	25	25
Teich	25	25	25
Steinbruch	4	4	28
Vogelsangbach	4	4	15
GW_Industrie	25	25	25
GW_Kasten_Vogelsangbach	4	4	21
GW_Gruene_Bache	4	4	25
GW_Bruecke	25	25	25
GW_Graben_Hellweg	4	4	21
GW_Rhederstrasse	4	4	20
RRB	4	4	20

Tabelle 1: Stützstellen der tiefenabhängigen Rauheiten der Modelle

## 6 Betrachtung Istzustand und Maßnahmen Ortsteil Erkeln

### 6.1 Bestandssimulation

Zur Plausibilisierung wurden die Modelle für den Istzustand aufgestellt, und das Ereignis vom 15.10.2019 wurde simuliert.

Der gemessene Niederschlag vom 15. Oktober 2019 wurde für das Modell aufbereitet. Der aufgezeichnete Niederschlag wurde anschließend abgemindert, um Mulden und Versickerungsprozesse zu berücksichtigen. Weiterhin wurden die Untersuchungsgebiete außerorts nach Wald und Kulturland unterteilt, da Waldflächen einen höheren Rückhalt des Niederschlags im Gebiet aufweisen. Der Niederschlag wurde dabei für das Kulturland auf 60

Prozent und für die Waldflächen auf 30 Prozent des gemessenen Niederschlags der Kläranlage Hemsben abgemindert. Danach wurde der Niederschlag in 5 Minutenblöcke aufgeteilt und in das Modell übertragen.

Die Simulationsergebnisse (Karten siehe Anlage B) zeigen, dass das Ereignis aus dem Herbst 2019 gut nachgebildet werden konnte. Die Modellergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen vor Ort. So ist beispielweise die Überlastung des Einlaufbauwerks in der Bachstraße und der starke Abfluss im Wassergraben, wie sie beim Ereignis am 15. Oktober 2019 beobachtet wurden auch in den Simulationsergebnissen zu sehen.

Die Ergebnisse der Szenarien 2 und 3 sind in den Anlagen C und D dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei diesen Szenarien nahezu der gesamte Ortskern überflutet wird. Solche Ereignisse lassen sich in Erkeln nicht mit vertretbarem Aufwand technisch beherrschen.

## ***6.2 Betrachtung von Maßnahmen***

Die betrachteten Maßnahmen wurden aus der Analyse des Istzustands für das Szenario 1 und aus Vorschlägen aus der Bevölkerung entwickelt. Sie wurden in das Modell integriert und es wurden Simulationen für das Szenario 1 durchgeführt. Die Szenarien 2 und 3 wurden nicht betrachtet, da davon auszugehen ist, dass die Maßnahmen bei so großen Abflüssen nur geringe Auswirkungen haben.

### **6.2.1 Absenkung L863 im Ortskern**

Da bekannt war, dass die L863 im Ortskern von StraßenNRW saniert werden sollte, wurde die L863 in einer vorgezogenen Untersuchung betrachtet. Im Zuge des Neubaus wurde die Straße im Ortskern abgesenkt, um den bereits vorhandenen Fließweg leistungsfähiger für die Abflussableitung zu gestalten und anliegende Straßen zu entlasten (Abbildung 9). Technisch möglich war eine Absenkung der Fahrbahn um ca. 0,15 m. In der Simulation (Abbildung 11) wurde die Fahrbahn um ca. 0,2 m abgesenkt. Die Maßnahme wurde durch StraßenNRW in der Ortslage während der Bearbeitungszeit dieses Projekts umgesetzt.

Im Vergleich zwischen dem Bestand (Abbildung 10) und der Maßnahme (Abbildung 11) ist zu erkennen, dass die Abflusslenkung gelingt und die umliegenden Straßen entlastet werden. Die in diesem Bericht dargestellten Abbildungen zu der Ortschaft Erkeln beziehen sich bei den Fließvektoren und den Wasserspiegellagen auf den Simulationszeitschritt 2.700 Sekunden, was ungefähr dem Scheitel der Abflusswelle im Ortskern entspricht.

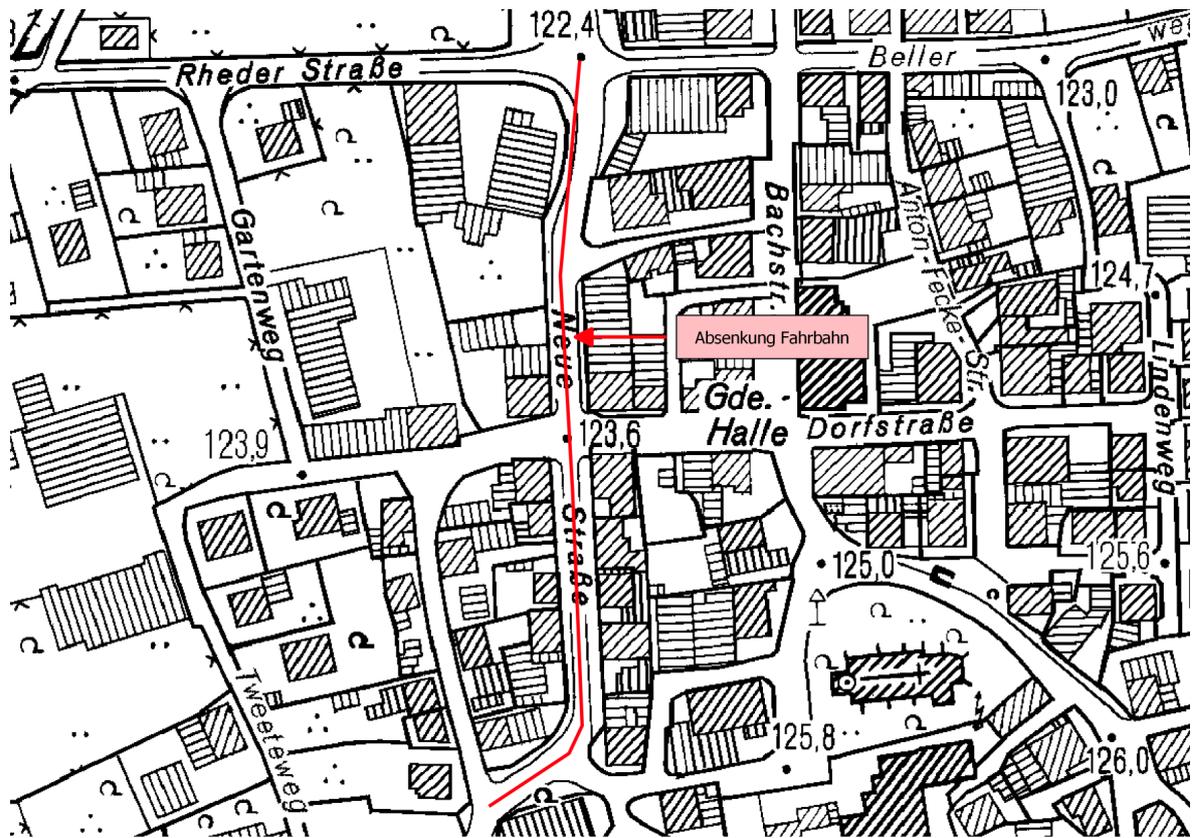


Abbildung 9: Maßnahmen an der Neue Straße (L863)



Abbildung 10: L863 Fließwege, Istzustand Szenario 1



Abbildung 11: L863 Fließwege, Planungsfall Szenario 1

## 6.2.2 Maßnahme Hellweg

Bei der „Maßnahme Hellweg“ wurde der Graben um 0,5 m in der Sohle verbreitert und die Durchlässe, die kleiner als ein DN 800 sind, wurden auf die Nennweite DN 800 vergrößert. Desweiteren wurde der Durchlass unter der L863, der in den Graben am Hellweg leitet, von DN 1000 auf DN 800 verkleinert (Abbildung 12) Dies entspricht der Durchlassdimension vor dem Ausbau der L863. Der linke Straßenseitengraben der L863 wurde dort wieder entsprechend der Situation vor dem Ausbau der Straße angeschlossen.

In Abbildung 13 ist das Simulationsergebnis für den Istzustand (Szenario 1) dargestellt. Die Fließvektoren zeigen, dass die Durchlässe zu den Grundstückseinfahrten Fließhindernisse bilden. Die Abbildung 14 zeigt das Simulationsergebnis für den Planungsfall. Hier werden alle Maßnahmen in Summe betrachtet, sodass hier auch die Auswirkungen der Rückhaltebecken im Vogelsangbach (siehe 6.2.3) dargestellt sind. Der größte Teil der Verbesserungen für den Planungsfall ist an dieser Stelle auf die Rückhaltungen zurückzuführen, die Aufweitung des Grabens und der Durchlässe tragen aber auch zur Verbesserung der Situation bei.

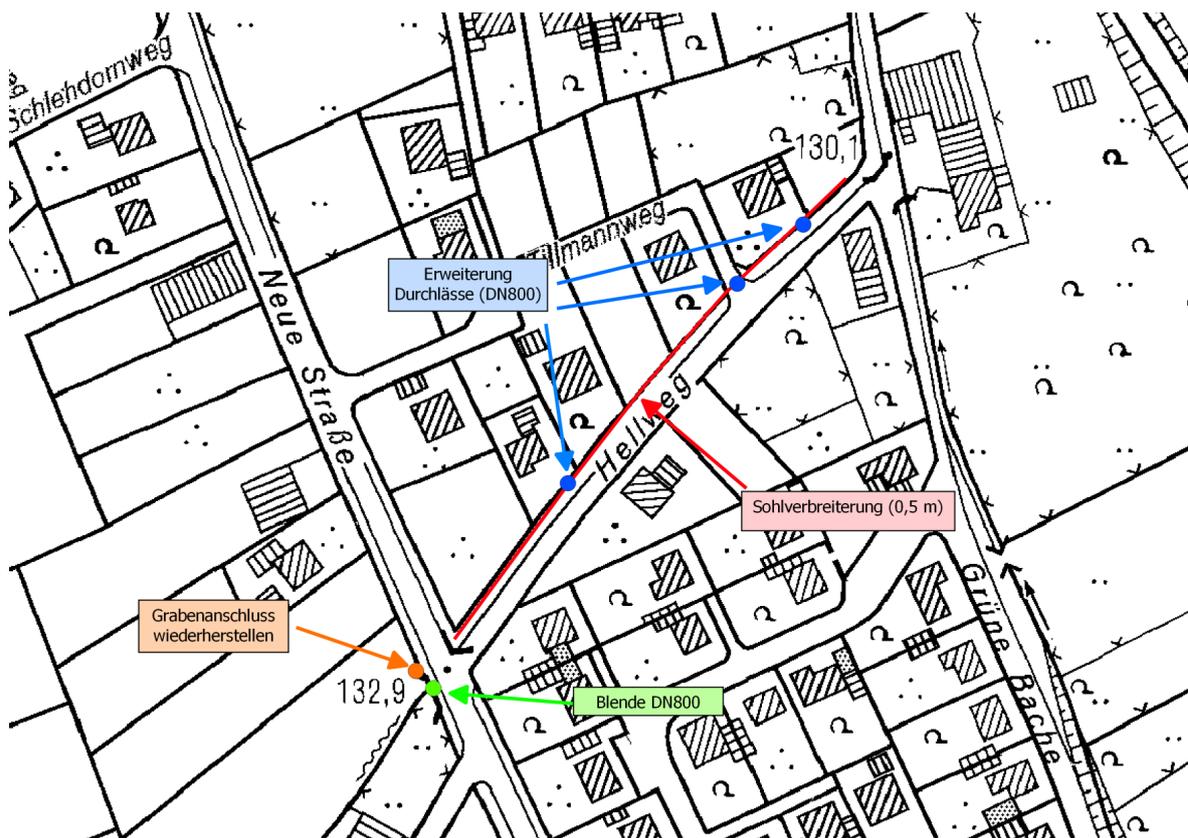


Abbildung 12: Maßnahmen am Hellweg



Abbildung 13: Fließwege Hellweg, Istzustand Szenario 1



Abbildung 14: Fließwege Hellweg, Planungsfall Szenario 1

### 6.2.3 *Maßnahme* Rückhaltung Vogelsangbach

Als eine weitere Maßnahme wurde der Bau von Rückhaltebecken im Vogelsangbach untersucht. Hierbei handelt es sich um eine grobe Voruntersuchung. So wurde z. B. keine Freiborde berücksichtigt und auch Punkte wie die Flächenverfügbarkeit, die technische Umsetzung der Durchlassbauwerke usw. wurden nicht behandelt. Es wurden lediglich günstige topographische Bedingungen für den Bau von Rückhaltebecken ermittelt und entsprechende Erdwälle als Dammbauwerke erarbeitet. Die Beckenvolumina wurden dabei so gewählt, dass das Speichervolumen mit den gewählten Basisabflüssen für das Ereignis vom Oktober 2019 ausreicht.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Beckenstandorte. Die Becken haben in der Planung ein Rückhaltevolumen von insgesamt ca. 62.500 m<sup>3</sup>. Dabei entfallen auf das Becken 1 ca. 20.500 m<sup>3</sup> und auf das Becken 2 ca. 42.000 m<sup>3</sup> des Stauvolumens. Als Stauziel wurde für das Becken 1 eine Höhe von 150 m üNNH angesetzt. Damit ergibt sich dort eine Einstauhöhe von 4 m im Rückhaltebeckentiefpunkt. Der im Modell eingebaute Damm für das Becken besitzt ein Volumen von ca. 3.350 m<sup>3</sup>.

Am Becken zwei wurde das Stauziel mit 172 m üNNH angesetzt. Damit ergibt sich dort eine Einstauhöhe von 7 m. Das Volumen des Dammkörpers liegt bei ca. 8.600 m<sup>3</sup>.

Der gewählte Drosselabfluss liegt bei 400 l/s in Becken 2 und 800 l/s in Becken 1.

Die Rückhaltebecken im Einzugsgebiet des Vogelsangbachs zeigen die größten Auswirkungen aller Maßnahmen auf die Starkregenbelastung im Ortsteil Erkeln. Durch diese Maßnahme kann die Bachstraße stark entlastet werden. Dennoch ist ein Ausufer des Vogelsangbachs auch durch diese Maßnahme nicht zu vermeiden. Die Belastung ist jedoch deutlich geringer als im Istzustand (Vergleiche Abbildung 17 und Abbildung 18). Ebenso wird das Einlaufbauwerk Bachstraße nicht mehr überlastet und der ankommende Abfluss kann durch dieses abgeleitet werden.

Grundsätzlich stellen Hochwasserdämme Wanderungshindernisse in einem Talquerschnitt dar. Sie können so gebaut werden, dass die Einschränkungen für die Fauna möglichst minimiert werden, was sich aber stark auf die Baukosten und den Unterhaltungsaufwand auswirkt. Im einfachsten Fall kann ein ungesteuertes Rückhaltebecken mit einer Rohrdrossel gebaut werden. In dieser Bauform stellt die Rohrdrossel ein großes Wanderungshindernis dar. Der Querschnitt ist in dem Fall nur gering, die Rohrlänge groß und die Belichtungssituation im Rohr schlecht. Diese Bauform ist aber in der Regel sehr günstig und auch der Unterhaltungsaufwand ist gering.

Alternativ kann ein Rückhaltedamm auch mit einer durchgehenden Dammscharte mit Betonwänden errichtet werden. Die Drosselung erfolgt dann punktuell über eine Schütztafel, die auch steuerbar sein kann. Bei dieser Bauform kann die Durchwanderbarkeit des Bauwerks für die meisten Organismen hergestellt werden. Nachteil dieser Bauform sind die deutlich höheren Baukosten und der größere Unterhaltungsaufwand.

Da der Vogelsangbach über lange Zeiten im Jahr trocken fällt müsste mit der Unteren Wasserbehörde und der Unteren Naturschutzbehörde geklärt werden, ob eine einfache Bauform mit Rohrdrosseln genehmigungsfähig wäre.

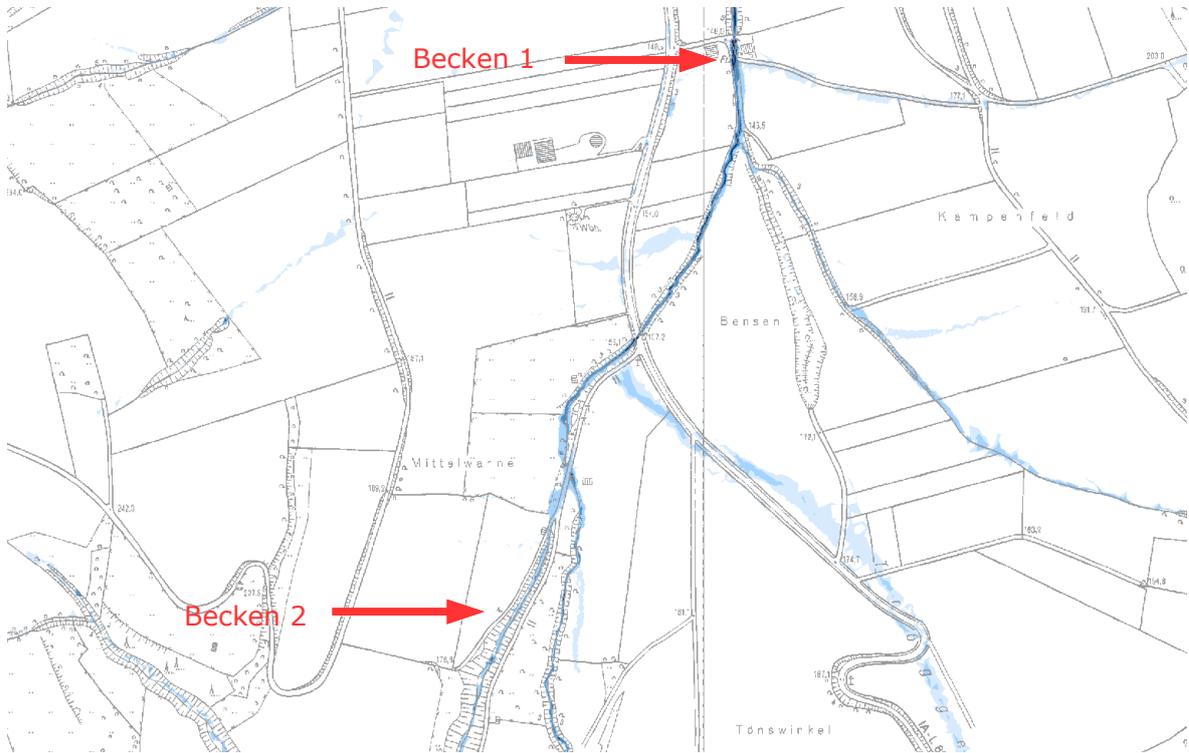


Abbildung 15: Beckenstandorte vor dem Bau der Rückhaltungen



Abbildung 16: Beckenstandorte oberhalb und unterhalb der L863 im Vogelsangbach



Abbildung 17: Bachstraße im Istzustand, Istzustand Szenario 1



Abbildung 18: Fließwege Bachstraße, Planungsfall Szenario 1

## 6.2.4 Maßnahme Ausbau Wassergraben

Der Wassergraben fließt parallel zur Kreisstraße 39. Die Simulationsergebnisse für den Istzustand für Szenario 1 zeigen, dass der Wassergraben unterhalb des Regenrückhaltebeckens über die Böschung tritt und breitflächig in die Ortschaft Erkeln fließt. Durch den hohen Wasserstand im Wassergraben kommt es dabei auch zu einem Rückstau in das Entwässerungsrohr des Straßenseitengrabens der K39. Dadurch fließt Wasser aus dem Wassergraben auch über das nördlich gelegene Feld ab (siehe Abbildung 21).

In der Maßnahme wurden die kreuzenden Bauwerke zwischen der Überfahrt Kapellenweg und der Brücke K39 im Wassergraben entfernt (Abbildung 19). Weiterhin wurde die Sohle um einen Meter verbreitert und die rechtsseitige Böschung flacher ausgestaltet. Zusätzlich wurde rechtsseitig die Böschung erhöht, um die Abströmung in Richtung des Ortskerns zu vermeiden bzw. zu reduzieren. An den Überleitungen vom linksseitigen Seitengraben wurden Rückschlagklappen vorgesehen, um einen Rückstau aus dem Wassergraben auf die Felder zu vermeiden.

Abbildung 20 zeigt die Veränderungen am Querschnitt des Gewässers.

Der Vergleich der Abbildungen 21 und 22 zeigt die Wirksamkeit der Maßnahmen am Beispiel von Szenario 1. Durch den Ausbau kann die Abströmung in Richtung Ortskern verhindert werden.

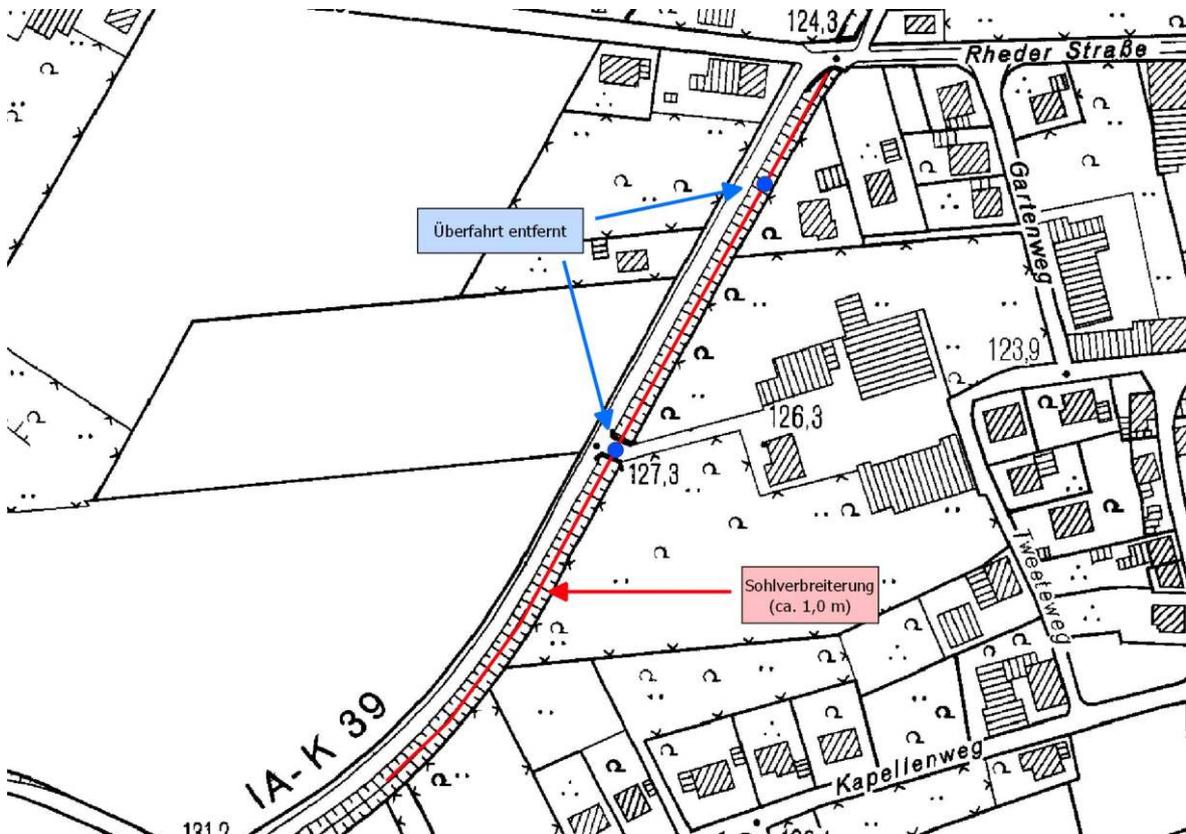


Abbildung 19: Maßnahmen Wassergraben

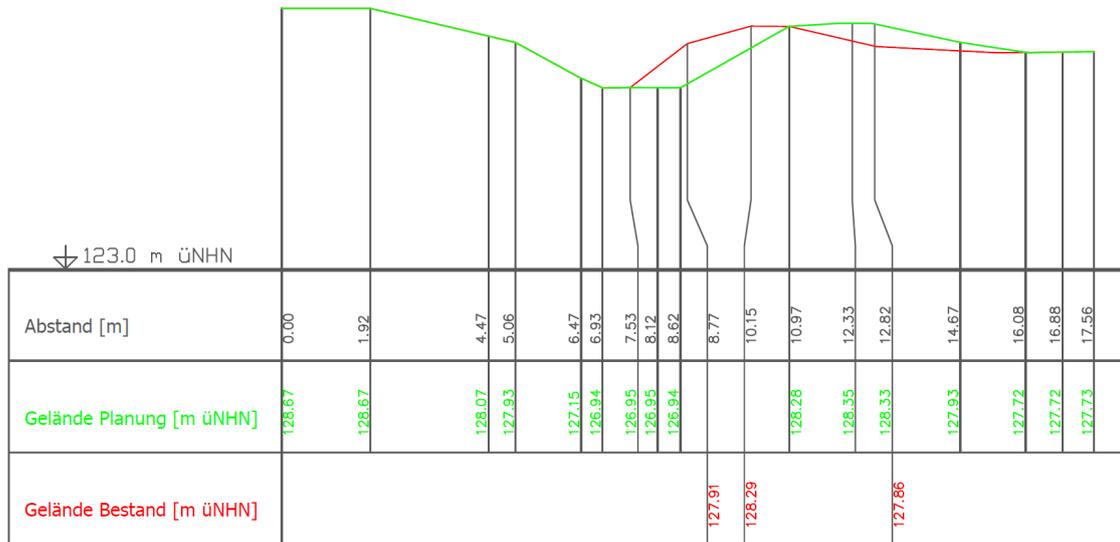


Abbildung 20: Sohlverbreiterung Wassergraben

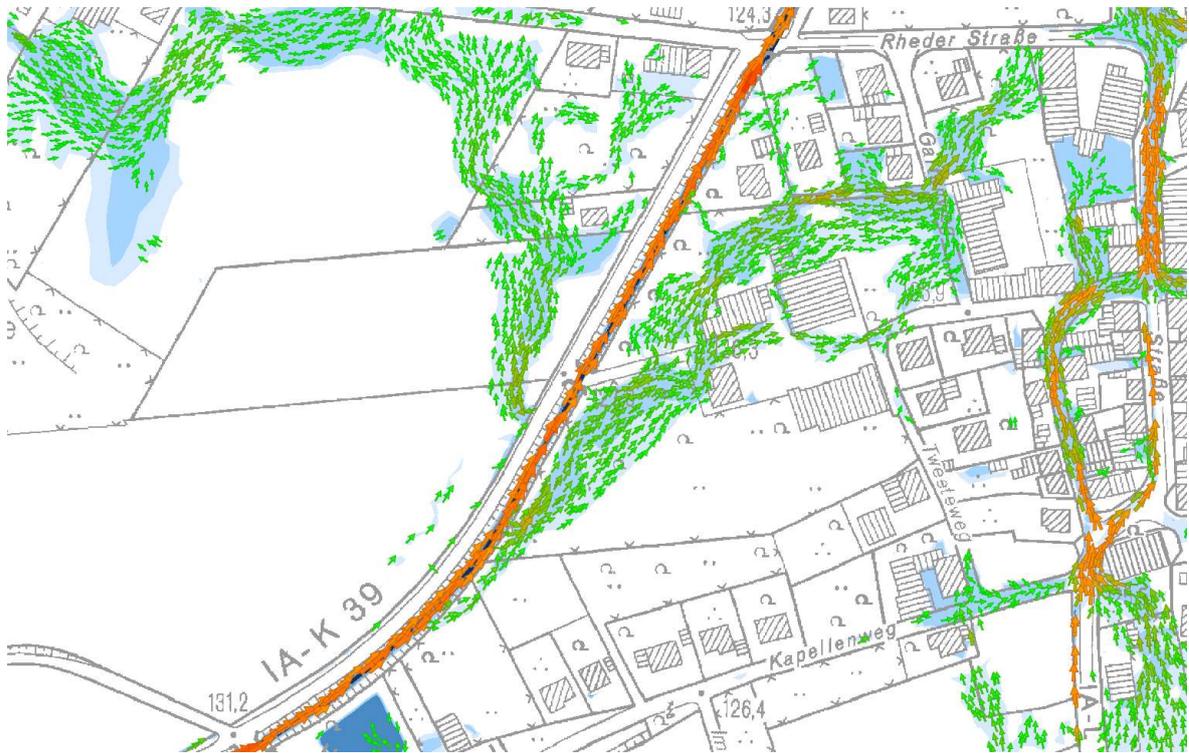


Abbildung 21: Fließwege Wassergraben, Istzustand Szenario 1

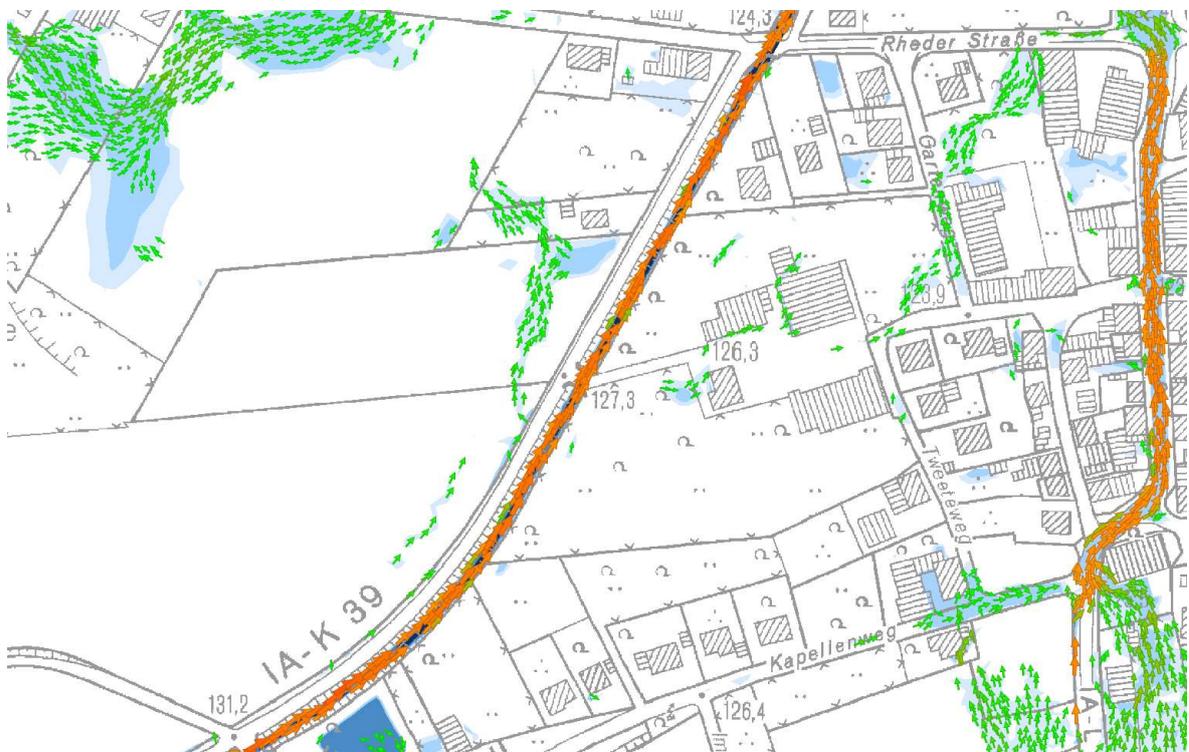


Abbildung 22: Fließwege Wassergraben, Planungsfall Szenario 1

### 6.2.5 *Maßnahme Friedhof*

Die Abbildungen 24 und 26 zeigen die Fließwege am Friedhof für das Szenario 1. Dabei fließt ein großer Anteil des aus dem Einzugsgebiet kommenden Wassers die Straße "Zur Steinbreite" entlang in den Ortskern, der durch den Zustrom aus dem Vogelsangbach und dem Wassergraben schon deutlich überlastet ist.

Abbildung 23 zeigt Maßnahmen zur Ableitung des Wassers entlang des Friedhofs zur Straße "Am Friedhof". Im weiteren Verlauf wird das Wasser dann über eine Ackerfläche zu einem Betriebsgelände geleitet und dort über die Straße "Bellerweg" in Richtung Nethe geführt.

Dazu muss die Fahrbahn der Straße „Zur Steinbreite“ umgestaltet werden. Dort muss eine Ableitungsmulde mit einem nachfolgenden Straßenbuckel angelegt werden. Auf der anschließenden Fläche muss dann eine Flutmulde angelegt werden. Um das Wasser auf der Straße "Am Friedhof" zu halten, ist dort eine straßenbegleitende Verwallung vorgesehen, die wieder an einer Ableitungsmulde bzw. einem Fahrbahnbuckel endet. Von dort wird das Wasser dann über eine flache Mulde zum Betriebsgelände der Firma Klaus Vogedes GmbH & Co. KG geleitet. Auf dem Betriebsgelände muss der Fließweg dann mit Objektschutzmaßnahmen abgesichert werden. Der "Beller Weg" muss zur gezielten Führung des Abflusses abgesenkt werden. Daran schließt dann eine Flutmulde entlang der Bebauung an, die das Wasser dann letztlich zur Nethe führt.

Die Abbildungen 25 und 27 zeigen, dass die Maßnahmen den Abfluss beim Szenario 1 wie geplant zur Nethe ableiten können. Dadurch wird die angrenzende Bebauung geschützt und der Ortskern entlastet.

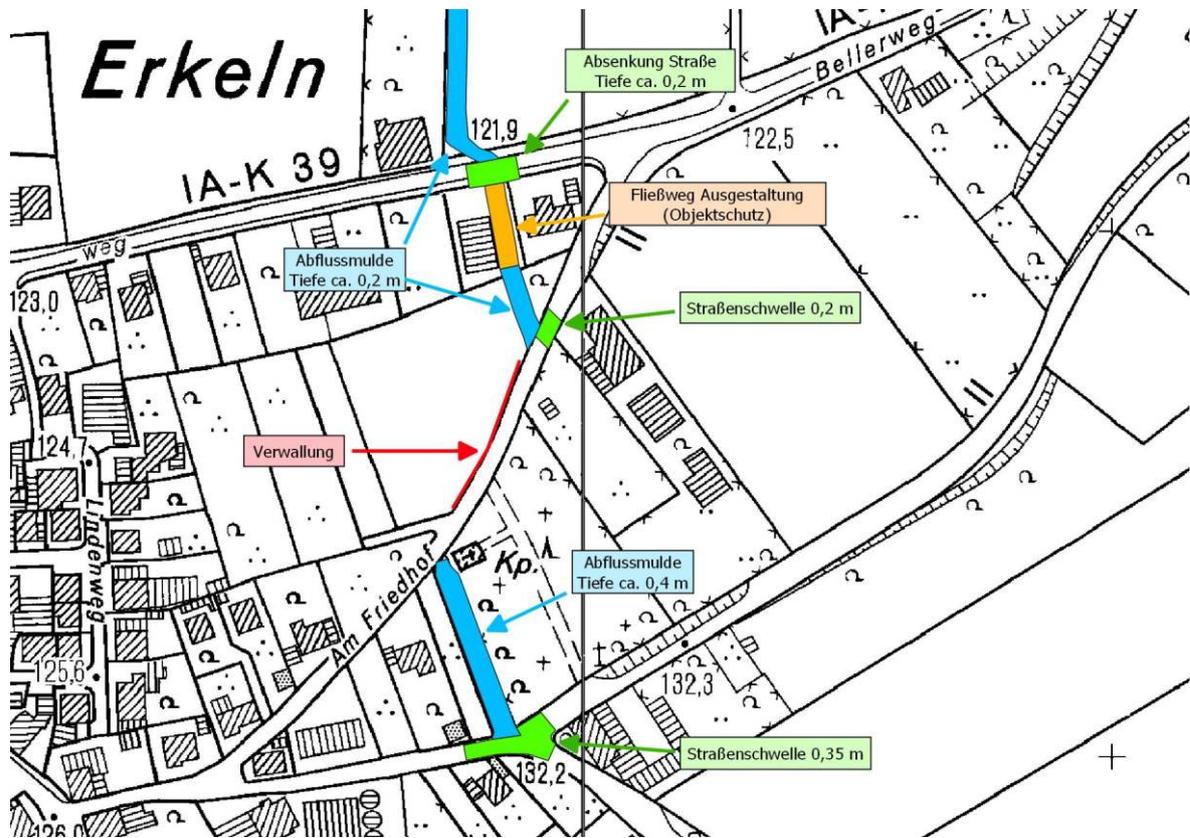


Abbildung 23: Maßnahmen am Friedhof



Abbildung 24: Fließwege Friedhof, Istzustand Szenario 1



Abbildung 25: Fließwege Friedhof, Variante Szenario 1



Abbildung 26: Fließwege unterhalb des Friedhofs, Istzustand Szenario 1



Abbildung 27: Fließwege unterhalb des Friedhofs, Variante Szenario 1

### Alternative

Die hydraulisch untersuchte Variante hat den Nachteil, dass Teile der Maßnahmen Privatgrundstücke betreffen. Hinzu kommt, dass das Wasser über den Betriebshof geführt wird, auf dem hochwertige Maschinen abgestellt werden und an dem ein tief liegender Eingang in das Gebäude vorhanden ist. Aufgrund dieser Nachteile wurde eine weitere Variante entwickelt, bei der die Umsetzung weitgehend auf öffentlichen Flurstücken möglich ist. Diese Variante ist in Abbildung 28 dargestellt.

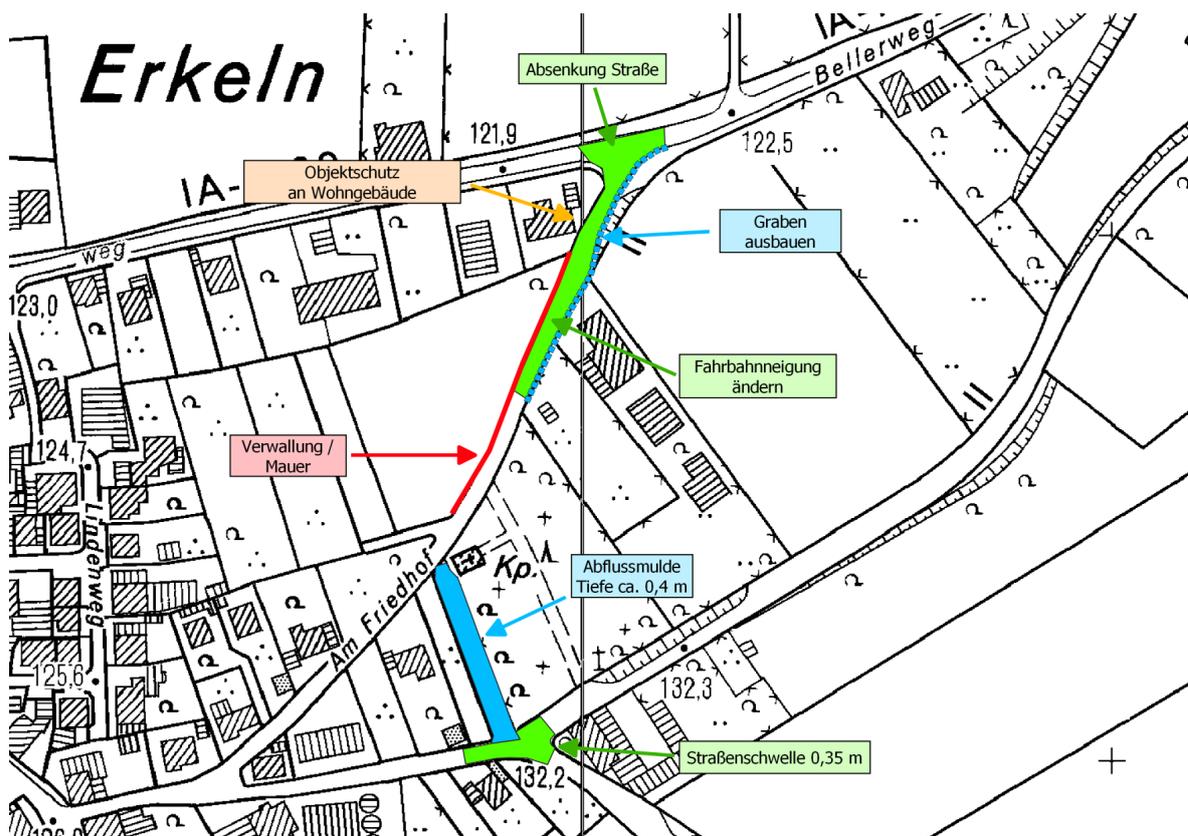


Abbildung 28: Maßnahmen am Friedhof, Alternative

Die Straßenschwelle in der Straße „Zur Steinbreite“ und die Flutmulde entlang des Friedhofs sind mit der ursprünglichen Variante identisch. Die Verwallung entlang der Straße „Am Friedhof“ wird im unteren Teil durch eine Mauer (z. B. Winkelstützmauer) bis zum Wohngebäude an der Einmündung in die K39 verlängert. Das Wasser wird so auf der Straße gehalten. Die Fahrbahn wird in Richtung des rechten Wegeseitengrabens gekippt und dieser wird deutlich ausgebaut. Dort befinden sich mehrere Zufahrten zu Grundstücken, deren Verrohrungen ebenfalls ausgebaut werden müssen. Eine besondere Schwierigkeit besteht darin, die Grundstückszufahrten so zu gestalten, dass die Befahrbarkeit nicht eingeschränkt wird. Die K39 wird im Einmündungsbereich soweit abgesenkt, dass der Hauptabfluss aus der Straße „Am Friedhof“ auf die angrenzende landwirtschaftliche Fläche abgeleitet wird. Da das Wohngebäude an der Einmündung der Straße „Am Friedhof“ in die K39 einen ebenerdigen Eingang hat, sollte dort ein Objektschutz vorgesehen werden.

Diese Planungsvariante wurde bisher nicht in den hydronumerischen Modellierungen untersucht. Sollte diese näher in Betracht kommen, sollte dies im Rahmen der konkreteren Planung nachgeholt werden.

## **6.2.6 zusätzliche Maßnahmen, die nicht hydraulisch untersucht wurden**

Neben den im Rahmen der Modellierung untersuchten wurden auch weitere vorgeschlagen, die zu einer Verbesserung der Starkregensituation führen können. Sie wurden nicht modelliert, da ihre Auswirkungen nicht oder nur eingeschränkt mit einem hydrodynamischen Modell ermittelt werden können. Es ist aber dennoch davon auszugehen, dass sie positive Wirkungen haben würden.

### ***6.2.6.1 Sicherung von Heu- und Strohballen vor der Verdriftung***

Beim Ereignis im Oktober 2019 sind große Strohballen von ihren Lagerplätzen am Rande der Ackerflächen abgeschwemmt worden und haben Brückenprofile verlegt. Hier sollten Hecken oder Stahlrohrgeländer zur Sicherung der Lagerflächen gegen das Verdriften der Ballen angelegt werden.

### ***6.2.6.2 Einlauf Vogelsangbach***

Die Abbildungen 29 und 30 zeigen die Situation am Einlauf des Vogelsangbachs. Beim Ereignis vom Oktober 2019 hat sich das Einlaufgitter sehr schnell mit Geschwemmsel zugesezt. Eine Öffnung des Gitters ist in dem Fall nur noch mit großem Aufwand möglich. Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich wäre ein Entfernen des Gitters auch sehr gefährlich, da Personen in die Verrohrung gespült werden könnten. Dies könnte z. B. passieren, wenn eine Person oberhalb auf die überschwemmte Straße tritt und vom Wasser umgerissen wird. Bei den dann herrschenden Strömungsbedingungen wäre die Gefahr sehr groß, in die Verrohrung gezogen zu werden.

Eine möglich Lösung des Problems wäre die Installation eines elektrisch betriebenen Rechenräumers, wie sie z. B. an Wasserkraftanlagen automatisiert betrieben werden. Damit könnte während eines Hochwassers Schwemmgut vom Einlaufgitter entfernt werden und so das Einströmen in die Verrohrung gewährleistet werden. Dazu müsste das Einlaufgitter so gestaltet werden, dass ein Räumter ungehindert (keine Querstreben) durch das Gitter greifen kann. Der Räumter müsste dann hinter dem Einlaufgitter auf einer hochwassersicheren Plattform installiert werden und von dort aus auch bedient werden.



Abbildung 29: Hecke am Einlauf Vogelsangbach



Abbildung 30: Einlaufgitter Vogelsangbach

Die Hecke oberhalb des Einlaufs stellt ebenfalls einen Gefahrenpunkt dar. Dort sammelt sich das Geschwemmsel und führt zu einem Aufstau. Dadurch steigt der Wasserdruck auf die Hecke so stark an, dass sie dann schlagartig versagt. Dadurch entsteht beim Wegbrechen der Hecke eine Flutwelle, die eine Gefahr für die Unterlieger darstellt. Hier sollten ausreichend große Lücken in der Hecke vorgesehen werden oder Einzelbüsche gepflanzt werden, damit es dort nicht zu den beschriebenen Effekten kommt.

### 6.2.6.3 Änderung der Nutzung im Einzugsgebiet

Die Bewirtschaftungsart der Flächen im Einzugsgebiet hat einen großen Einfluss auf die Starkregensituation in Erkeln. Die aktuelle intensive ackerbauliche Art der Bewirtschaftung führt

dazu, dass nur wenig Wasser auf den Ackerflächen versickert. Die Böden verschlämmen dort schnell und nehmen dann kein Wasser mehr auf. Durch den dadurch einsetzenden Oberflächenabfluss wird dann die Erosion des Bodens in Gang gesetzt. Da der Boden zudem immer wieder auch für längere Zeit vollkommen ungeschützt durch Vegetation liegt, wird die Erosion noch zusätzlich befördert.

Der Idealfall wäre eine Bewaldung des Einzugsgebiets oder die Nutzung als Dauergrünland. Aber auch eine den Boden und sein Gefüge konservierende, umbruchlose ackerbauliche Nutzung würde die Situation deutlich verbessern. Dies würde aber mit einer Verminderung der Erträge der Flächen einhergehen.

Bei den häufigeren Starkregenereignissen würde eine Anpassung der Bewirtschaftung eine Verbesserung im Hinblick auf die abfließende Wassermenge und auch den Schlammanteil bedeuten. Bei selteneren, sehr intensiven Regenereignissen spielt die Bewirtschaftungsart dann eine immer geringere Rolle.

Die heutige Situation, dass bei intensiven Niederschlägen große Mengen an Feinstoffen von den Ackerflächen abgeschwemmt werden, ist insgesamt unbefriedigend. Mittel- bis Langfristig ist dies auch für die Landwirtschaft nicht hinnehmbar, da damit wertvoller Ackerboden von den Flächen abgetragen wird. Bei Starkregen verursacht der von den Feldern abgeschwemmte Schlamm große Schäden an Gebäuden und auch der Infrastruktur. So wurde z. B. beim Starkregen im Oktober 2019 Schlamm über die Kanalisation in die Kläranlage von Brakel gespült, der dort zu erheblichen Schäden an der Räumertechnik der Vorklärung geführt hat. Aus ökologischer Sicht sind die Abschwemmungen von den Ackerflächen ebenfalls sehr schädlich. Die Feinstoffe setzen in den Gewässern das Kieslückensystem an der Gewässersohle zu. Damit werden die Laichgründe von kiesleichen Fischen wie Äschen zerstört. Zusätzlich verlanden durch die hohen Feinstoffeinträge Altarmstrukturen und aufwändig hergestellte ökologische Abgrabungen an den Gewässern landen wieder auf. Es sollte daher geprüft werden, ob für das Einzugsgebiet von Erkeln nicht ein gemeinsames Pilotprojekt der Akteure (Landwirtschaft, Naturschutz, Stadt usw.) ins Leben gerufen werden kann, bei dem versucht wird diese Probleme unter Berücksichtigung aller Interessen zu lösen. Dies könnte z. B. durch die Änderung der Landnutzung im Einzugsgebiet gegen einen teilweisen Ersatz der Ertragsausfälle erreicht werden.

## **6.2.7 verworfene Maßnahmen**

Neben den oben beschriebenen Maßnahmen, die eine Verbesserung der Abflusssituation in Erkeln bewirken, wurden auch zwei Maßnahmen untersucht, die kaum positive Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss zeigten. Aus diesem Grund wird die Umsetzung dieser Maßnahmen nicht empfohlen.

### **6.2.7.1 Kleinrückhalte im Oberlauf des Wassergrabens**

Die erste der beiden Maßnahmen war die Betrachtung von zwei kleinen Staustufen im Oberlauf des Wassergrabens. Diese wurden oberhalb der Scheune „Ortmann“ in den Wassergraben

modelliert. Die Höhe der beiden Dämme belief sich dabei auf ca. 2 m. Die Dämme zeigen bei einem Starkregenereignis wie dem vom 15. Oktober 2019 keine Wirkung. In Abbildung 31 sind die Differenzen des maximalen Wasserspiegels zwischen dem Istzustand und dem Planungszustand dargestellt. Die Maßnahme führt nicht zu einer Absenkung des Wasserspiegels unterhalb.



Abbildung 31: Wasserspiegeldifferenz Planungszustand minus Istzustand, Becken Wassergraben Szenario 1

### **6.2.7.2 Verbreiterung des Wassergrabens unterhalb der Querung der K39**

Bei der zweiten Maßnahme wurde untersucht, welche Auswirkungen eine Verbreiterung des Wassergrabens unterhalb der Querung der K39 auf das Hochwassergeschehen haben würde.

In Abbildung 32 sind die Wasserspiegeldifferenzen zwischen dem Ist- und dem Planungszustand dargestellt. Die Verbreiterung des Fließquerschnitts führt zu einer Absenkung des Wasserspiegels unterhalb der K39. Oberhalb der Brücke hat sie aber keine positiven Auswirkungen.



Abbildung 32: Wasserspiegeldifferenz Planungszustand minus Istzustand, Aufweitung Wassergraben Szenario 1

## 7 Betrachtung Istzustand und Maßnahmen Ortsteil Beller

### 7.1 Bestandssimulation

Die Simulationen für den Istzustand wurden analog zu denen für Erkeln durchgeführt. Die Ergebnisse für die Szenarien 1 bis 3 sind in den Anlagen B, C und D dargestellt.

Die Starkregensituation ist in Beller insgesamt entspannter als in Erkeln. Die Ortschaft liegt zwar am unteren Ende eines hängigen Einzugsgebiets, das aber deutlich kleiner ist als das von Erkeln. Es führen auch keine verrohrten Gewässer durch den Ortskern.

Die Ergebnisse für die unterschiedlichen Szenarien zeigen, dass durchaus Gebäude von Starkregen gefährdet sind. Es handelt sich aber in der Regel um geringe Fließtiefen, da die Gebäude am Hang liegen und das Wasser dort nicht aufgestaut wird. Darin unterscheidet sich die Situation zu der im Ortskern von Erkeln, wo der Wasserabfluss durch die Konzentration im Taltiefpunkt zu einer deutlich größeren Gefährdung führt. Die Gebäude am Hang in Beller können weitgehend durch einfache Maßnahmen an den Objekten vor Starkregen geschützt werden.

Das die Hänge hinabströmende Wasser kommt zum Teil im Ortskern von Beller an. Abbildung 33 zeigt die Situation in einem Teil des Ortskerns beim Szenario 2 (100jähriger Stundenniederschlag). Dort füllt sich eine unbebaute Geländesenke östlich der K39. Falls dort

zukünftig eine Bebauung angedacht wird, sollte die Starkregensituation dort berücksichtigt werden.

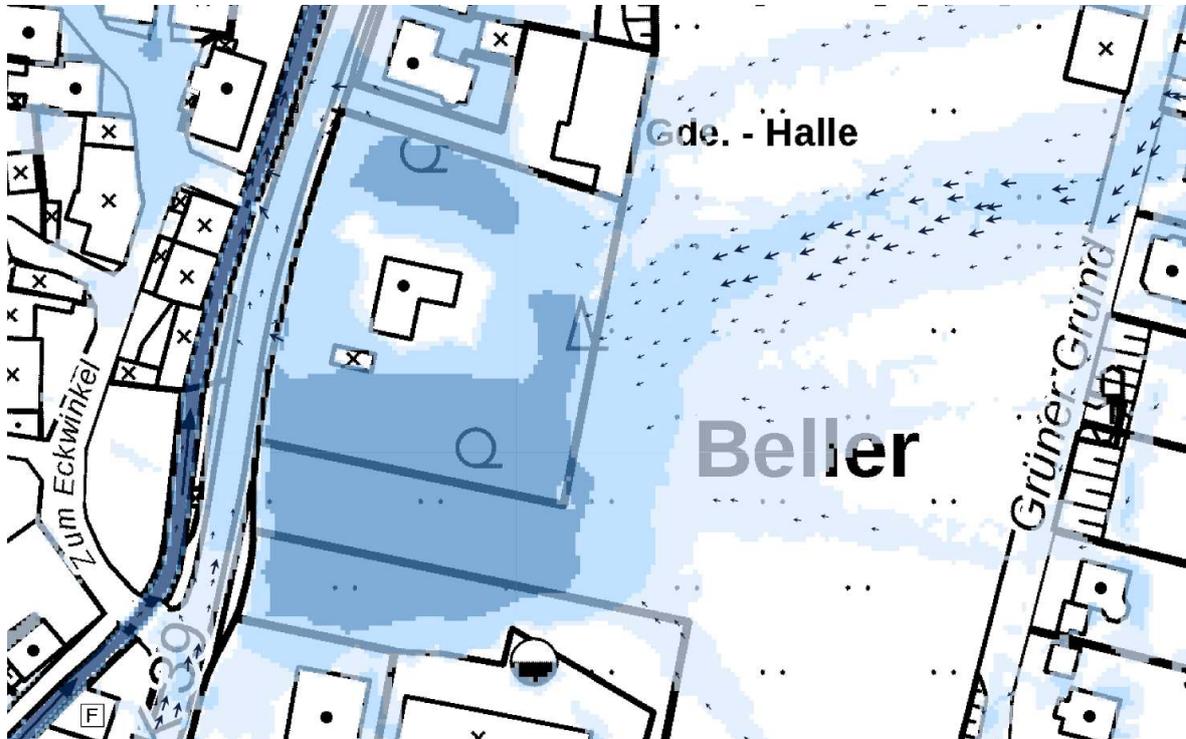


Abbildung 33: Istsituation Ortskern, Szenario 2

An dieser Stelle wird die Abströmung des Wassers zur K39 hin zudem durch eine Mauer auf privatem Grund entlang der Straße behindert. Hier könnte die Situation durch das Entfernen der Mauer verbessert werden.

Mit dem Modell wurde eine Maßnahme zur Verbesserung der Starkregenableitung untersucht.

## 7.2 Betrachtung von Maßnahmen

Die betrachteten Maßnahmen wurden wie für Erkeln aus der Analyse des Istzustands für das Szenario 1 entwickelt. Sie wurden in das Modell integriert und es wurden Simulationen für das Szenario 1 durchgeführt. Die Szenarien 2 und 3 wurden auch hier wie in Erkeln nicht betrachtet.

### 7.2.1 Maßnahme Johann-Fleckner-Straße und Durchlässe K39

An der Johann-Fleckner-Straße handelt es sich um eine Maßnahme zur besseren Lenkung des abfließenden Wassers. Gegenstand ist eine Veränderung des Quergefalles der Straße. Dadurch wird das Wasser von der Fahrbahn in den im Einmündungsbereich vorhandenen Durchlass unter der K39 abgeleitet. Heute fließt das Wasser zu einem großen Teil über die Fahrbahn und über die K39 ab. Weiterhin beinhaltet diese Maßnahmen eine Erweiterung der Durchlässe des Straßenseitengrabens an der K39 zwischen Hausnummer 18 und 22 von DN 600 und DN 400 auf jeweils DN800. Die Maßnahmen sind in Abbildung 34 dargestellt.

Die Abbildungen 35 und 36 zeigen, dass die Maßnahmen zu einer Verbesserung der Abflusssituation führen.

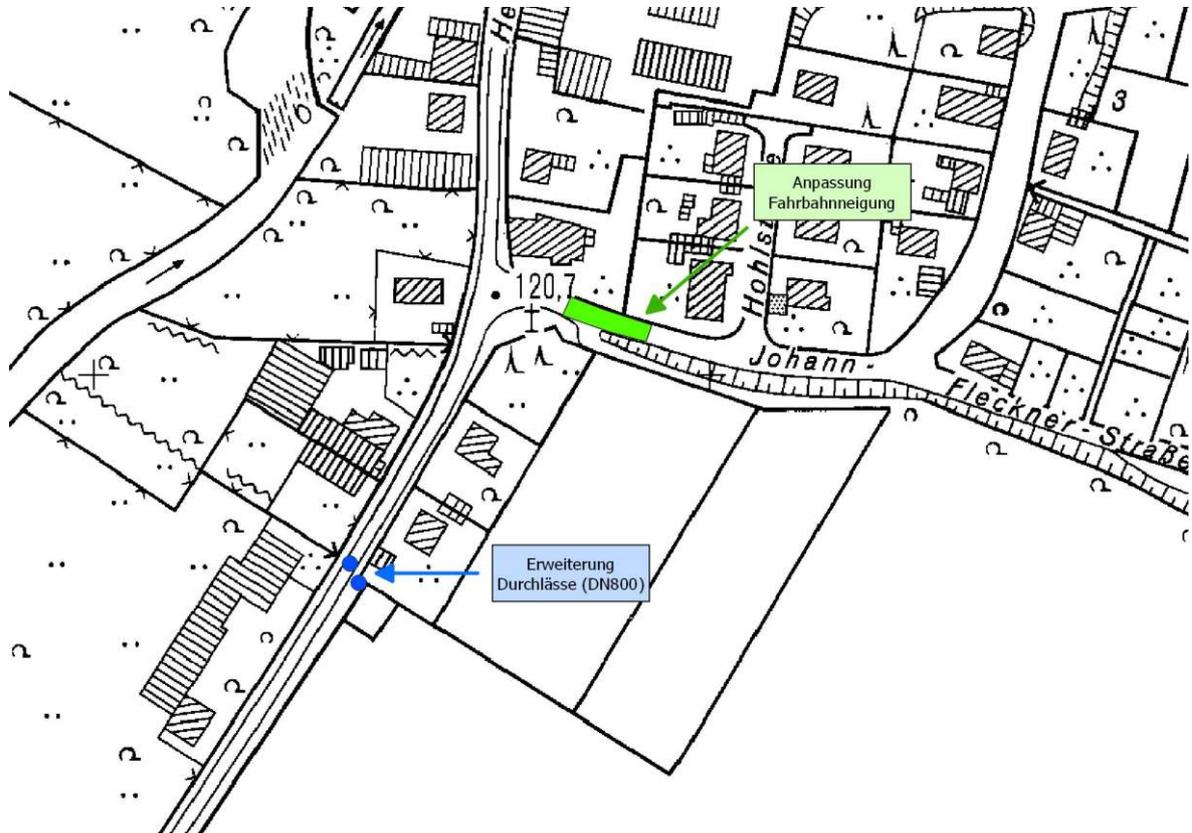


Abbildung 34: Maßnahmen Johann-Fleckner-Straße und K39



Abbildung 35: Fließwege Johann-Fleckner-Straße und K39, Istzustand Szenario 1



Abbildung 36: Fließwege Johann-Fleckner-Straße und K39, Planungszustand Szenario 1

## 7.2.2 zusätzliche Maßnahmen, die nicht hydraulisch untersucht wurden

Wie in Erkeln wäre eine Änderung der landwirtschaftlichen Nutzung (siehe Kapitel 6.2.6) im Einzugsgebiet von Beller wünschenswert. Aufgrund der in Beller insgesamt deutlich geringeren Starkregengefährdung ist der Handlungsdruck in Beller aber nicht so stark wie in Erkeln.

## 8 Zusammenfassung

Am 15.10.2019 kam es im Stadtgebiet von Brakel zu einem Starkregenereignis, das zu großen Schäden geführt hat. Besonders betroffen waren die Ortschaften Erkeln, Beller und Hembsen. Dieses Ereignis wurde von der Stadt Brakel zum Anlass genommen, die Auswirkungen von Starkregen und auch mögliche Maßnahmen zur Verminderung von Schäden untersuchen zu lassen. Das Land Nordrhein-Westfalen hat für die Erarbeitung von Starkregenkonzepten ein Förderprogramm aufgelegt, durch das auch diese Untersuchung mit finanziert wird. Die vorliegende Untersuchung bezieht sich dabei nur auf die Ortschaften Erkeln und Beller, da die Ortschaft Hembsen im Rahmen eines anderen Projekts betrachtet wird.

Für die Einzugsgebiete der Ortschaften Beller und Erkeln wurde jeweils ein zweidimensionales, hydrodynamisches Modell für die Simulation von drei Starkregenszenarien mit unterschiedlichen Niederschlagsintensitäten aufgestellt. Dabei wurde als Szenario 1 auch der Niederschlag des Ereignisses vom 15.10.2019 betrachtet. Die Modellergebnisse für dieses Szenario decken sich weitgehend mit den Beobachtungen aus dem Oktober 2019.

Als Ergebnis der Untersuchungen für den Istzustand wurden Starkregengefahrenkarten für die drei Szenarien für beide Ortschaften erstellt, die die maximale Wassertiefe und die Hauptfließwege darstellen.

Im zweiten Schritt wurden für beide Ortschaften Maßnahmen zur Verbesserung der Starkregensituation erarbeitet und untersucht. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Ortschaft Erkeln, da dort die Starkregengefährdung aufgrund der ungünstigen topographischen Lage deutlich größer ist als in Beller.

Mit den Modellen wurden Maßnahmen mit dem Ziel der Verbesserung der Ableitung des Starkregens, zur Lenkung des Wassers und auch zum Rückhalt (nur Erkeln) untersucht. Dabei konnte bei den meisten Maßnahmen eine Verbesserung der Starkregensituation zumindest für häufigere Ereignisse gezeigt werden.

Es wurden auch Maßnahmen aufgeführt, die zwar nicht mit den Modellen untersucht wurden, die aber dennoch eine wichtige Rolle für die Verbesserung der Starkregensituation spielen können. Dies sind Maßnahmen wie die Veränderung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmethoden oder die Veränderung am Einlaufgitter des Vogelsangbachs in Erkeln.

Es bleibt aber festzustellen, dass die Gefährdung durch Starkregen durch Maßnahmen der öffentlichen Hand nur reduziert werden kann. Es ist wichtig, dass sich auch die privaten Eigentümer der Gefahr bewusst sind und eigene Maßnahmen zum Objektschutz ergreifen. Dazu liefern die erarbeiteten Starkregengefahrenkarten die Grundlage.

## Quellenverzeichnis:

- [1] „Benutzerhandbuch Hydro\_AS-2D“, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen 2017
- [2] „Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement“, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 2018
- [3] „Bereitstellung von Niederschlagsdaten für Szenario 2 (Dauerstufe 60 Minuten, Jährlichkeit 100a) zur Umsetzung der Arbeitshilfe „Starkregen“, LANUV NRW Fachbereich 51/53, Januar 2019
- [4] „Schlammflut Erkeln - das Starkregenereignis vom 15.10.2019 aus Sicht der Hydrologie“, Vortrag von C. Münstermann, Brakel