



Stadt Remagen

2D Oberflächenabfluss-Modellierung Unkelbach

# Erläuterungsbericht

Stand: 04.05.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Veranlassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Materialien</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Beschreibung des Einzugsgebietes</b> .....	<b>5</b>
3.1.	Gebietsstruktur .....	5
3.2.	Gewässer .....	5
3.3.	Kanalnetz .....	6
<b>4.</b>	<b>Gekoppeltes 1D/2D Abflussmodell</b> .....	<b>7</b>
4.1.	Modellerstellung .....	7
4.2.	Niederschlagsdatenmodell .....	7
4.3.	Kanalnetzdatenmodell .....	9
4.4.	Flächendatenmodell .....	9
4.5.	Geländedatenmodell .....	10
4.6.	Plausibilitätsprüfung und Modellkalibrierung .....	11
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
5.1.	Status .....	13
5.2.	Prognose .....	15
<b>6.</b>	<b>Maßnahmen</b> .....	<b>17</b>
6.1.	Übersicht .....	17
6.2.	Szenarien .....	17
6.3.	Auswertung .....	21
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>25</b>

## 1. Veranlassung

In den zurückliegenden Jahren haben lokal auftretende Starkniederschläge in Deutschland allgemein, aber auch in Remagen mehrfach schwere Überflutungen mit erheblichen Sachschäden verursacht. Die große Relevanz derartiger Überflutungsereignisse wird durch die mögliche Zunahme von Starkregen infolge des Klimawandels verstärkt. Dies ist Anlass, dem Thema Überflutungsvorsorge zusätzliche Aufmerksamkeit zu widmen.

Grundlage der Überflutungsvorsorge in Bezug auf die kommunalen Entwässerungssysteme und urbane Sturzfluten ist eine systematische, im Detaillierungsgrad abgestufte Gefährdungsanalyse aus örtlichen Überflutungen. Diese Analysen sollen eine umfassende Bewertungsgrundlage schaffen, um bei Bedarf wirkungsvolle und wirtschaftlich vertretbare Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Zudem sollen sie einen Beitrag leisten, bei anderen Planungsdisziplinen, bei den Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit die Risikowahrnehmung von Überflutungen infolge Starkregen und die Notwendigkeit eigenverantwortlicher Gefahrenabwehr stärker zu verankern.

Für die Stadt Remagen wurde im Jahr 2018 ein Hochwasserschutzkonzept erstellt. Der Ort Unkelbach ist besonders durch Starkregen gefährdet. Bei Starkregen fließt Oberflächenwasser aus dem Außengebiet auf die Ortslage und führt dort bedingt durch die begrenzte Leistungsfähigkeit der technischen Anlagen sowie des Gewässers selbst zu erheblichen Überflutungsrisiken.

Ziel ist es, durch geeignete Maßnahmen die Überflutungsrisiken in der Ortslage zu minimieren. In einem ersten Schritt ist hierfür ein gekoppeltes 1D/2D-Modell für das Einzugsgebiet der Ortslage Unkelbach zu erstellen. Hiermit soll eine Grundlage für nachfolgende Planungen von Maßnahmen zur Starkregenvorsorge geschaffen werden. Auf dieser Grundlage können Maßnahmen quantifiziert, objektiviert und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewertet und priorisiert werden. In einem weiteren Schritt sollen erste Maßnahmenvorschläge im Rahmen von Szenarien erarbeitet werden. Diese können Grundlage für weitere Abstimmungen z.B. mit Betroffenen und Behörden sein.

Mit den erforderlichen Arbeiten wurde das Ingenieurbüro Berthold Becker, Bad Neuenahr-Ahrweiler beauftragt. Die Ergebnisse der Berechnungen werden nachstehend dargestellt.

## 2. Materialien

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen und allgemein anerkannte Regeln der Technik zu Grunde:

- DWA-M 119 Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, November 2016
- Merkblatt DWA-M 165-1 Niederschlag-Abfluss- und Schmutzfrachtmodelle in der Siedlungsentwässerung – Teil 1: Anforderungen, Entwurf August 2020

Sofern im Einzelfall weitere Unterlagen in die Untersuchung Eingang gefunden haben, werden sie an der entsprechenden Stelle im Text zitiert.

Folgende Dokumente wurden in die Bearbeitung mit einbezogen:

- Ergebnisse von Ortsbegehungen
- Digitales Geländemodell (DGM1)
- Vermessungsdaten Unkelbach im Bereich Mühlenweg
- Kanalnetz-/Gewässerverrohrungsdaten Unkelbach Stand 2020
- DWD Starkniederschlagshöhen für Deutschland (KOSTRA), Ausgabe 2010R
- Radarregendatenaufbereitung für die Überflutungsberechnung Unkelbach (itwh, September 2020)
- Hydrodynamische Berechnung Gewässer Stadt Remagen Verrohrung Nebenlauf Unkelbach (Dr.-Ing. Martin Keding, Juli 2016)

Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm Hystem-Extran 2D Version 8.3.

### 3. Beschreibung des Einzugsgebietes

#### 3.1. Gebietsstruktur

Das Einzugsgebiet Unkelbach liegt nordwestlich der Stadt Remagen, im Norden von Rheinland-Pfalz an der Grenze zu Nordrhein-Westfalen. Es umfasst neben den Siedlungsflächen der Ortslage Unkelbach überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen. Das Gesamteinzugsgebiet umfasst eine Fläche von rund 5,4 km<sup>2</sup> und weist ein mittleres Gefälle von rund 4,6 % auf.

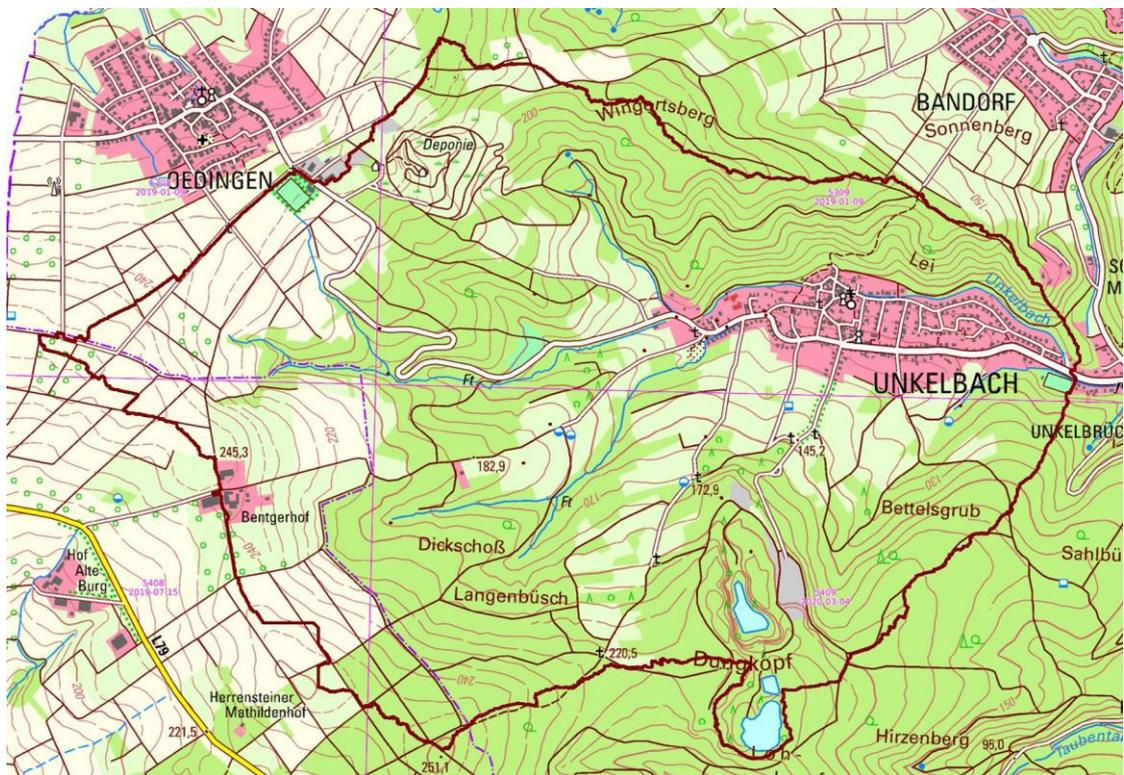


Abb. 1: Übersichtslageplan Einzugsgebiet

#### 3.2. Gewässer

Hauptgewässer ist der Unkelbach, der von Westen nach Osten durch Unkelbach verläuft. Der Unkelbach ist ein Gewässer 3. Ordnung. Er entspringt auf ca. 190 müNN westlich von Unkelbach und mündet östlich von Unkelbach bei 55 müNN in den Rhein. Der Unkelbach ist innerorts größtenteils verrohrt.

Im Bereich der Oedinger Straße ist der Unkelbach in einem Abschnitt verrohrt. Die Verrohrung beginnt in der Oedingerstraße östlich des Friedhofes und verläuft in östliche Richtung innerhalb der Verkehrsflächen bis zur Oberdorfstraße. Auf der Höhe von Haus Nr. 24 in der Oberdorfstraße führt die Verrohrung in Richtung Norden zum natürlichen Gewässerverlauf.



Auf Höhe des Dorfgemeindehauses besteht ein Engpass innerhalb der Verrohrung. Auf einer Länge von rund 9 m reduziert sich der Rohrquerschnitt von DN 1000 auf DN 600.

Die Gewässer Bach vom Bentgerhof und Bandorfer Bach fließen dem Unkelbach von Westen bzw. Norden zu.

Das westliche Einzugsgebiet des Unkelbaches lässt sich in 3 Teileinzugsgebiete aufteilen. Der Hauptstrang des Unkelbaches ist ca. 1670 m lang und wird durch ein Teileinzugsgebiet mit einer Größe von rund 131 ha gespeist. Aus Norden fließt dem Unkelbach ein Strang mit der Länge von 750 m zu. Das zugehörige Teileinzugsgebiet umfasst rund 58 ha. Aus südlicher Richtung erfolgt ein Zufluss aus einem 118 ha großen Teileinzugsgebiet auf einer Länge von 1400 m.

### 3.3. **Kanalnetz**

Das Gebiet entwässert im Mischsystem. „Am Mühlenweg“ ist ein Staukanal mit Entlastung in den Unkelbach vorhanden.

Das Kanalnetz umfasst Haltungen in den Nennweitenbereichen von DN 150 bis DN 1200.

Die weitere Ableitung erfolgt in Richtung Remagen.

## 4. Gekoppeltes 1D/2D Abflussmodell

### 4.1. Modellerstellung

Mit Hilfe des Programms Hystem Extran 2D wurde ein gekoppeltes 1D/2D-Abfluss-Modell aufgestellt.

Das gekoppelte 1D/2D-Abfluss-Modell setzt sich aus dem Kanalnetzmodell (1D) und dem Oberflächenmodell (2D) zusammen. Die Modelle werden gekoppelt, um die Interaktion zwischen Kanal- und Oberflächenabfluss im Siedlungsbereich angemessen zu berücksichtigen.

### 4.2. Niederschlagsdatenmodell

Um die Auswirkungen des Starkregens vom 04.06.2016 auf die Ortlage Unkelbach möglichst genau abbilden zu können, wurde neben der Simulation mit Modellregen des Typs Euler II auch eine Simulation mit den Radarregendaten vom 04.06.2016 durchgeführt.

Da nicht korrigierte Radardaten das Regengeschehen unterschätzen, ist für die Verwendung der Radardaten für siedlungswasserwirtschaftliche Aufgaben eine Korrektur erforderlich. Das ITWH wurde beauftragt die Radarregendaten für das Starkregenereignis vom 04.06.2016 aufzubereiten und zu analysieren.

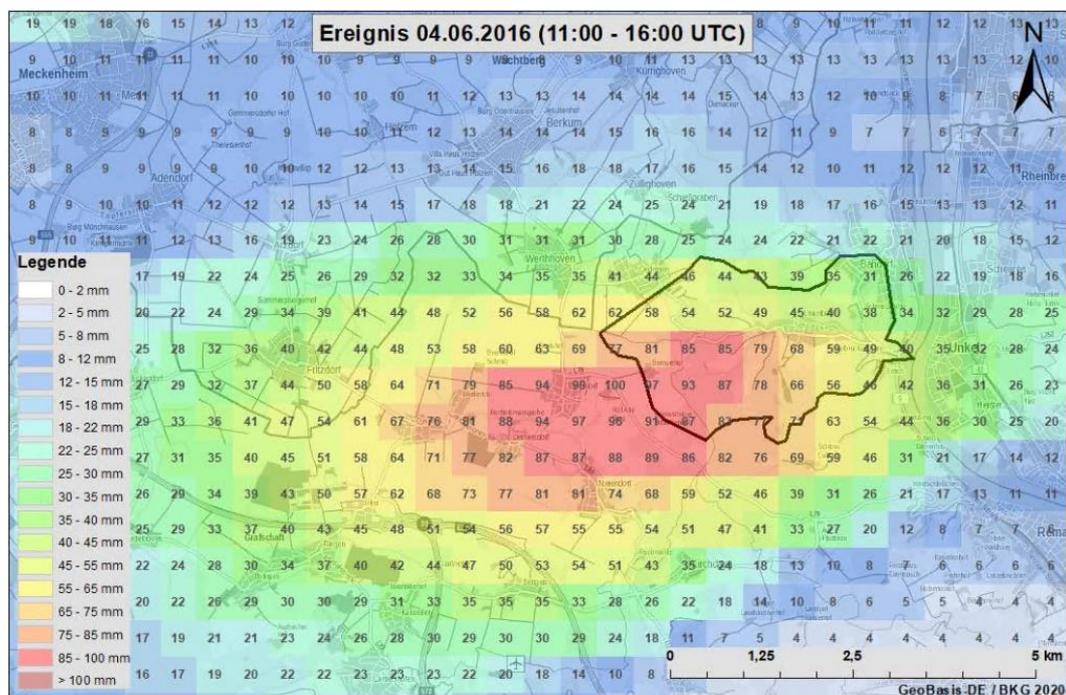


Abb. 2: Kumulierte Radar-Regenhöhen in [mm] inkl. Werten für das Ereignis 04.06.2016

Es handelt sich um ein kleinräumiges Ereignis, welches eine starke Konzentration der Ereignisregenhöhen im westlichen Einzugsgebiet aufweist.

Nach KOSTRA DWD 2010R ist das Ereignis als ein Ereignis mit einer Wiederkehrzeit von  $T > 100a$  einzustufen. Der Starkregenindex liegt bei  $SRI = 7$  (außergewöhnlicher Starkregen).

Neben der Simulation des Echtereignisses erfolgten auch Simulationen von Modellregen des Typs Euler II. Die Modellregen wurden aus den Daten aus KOSTRA DWD 2010R abgeleitet.

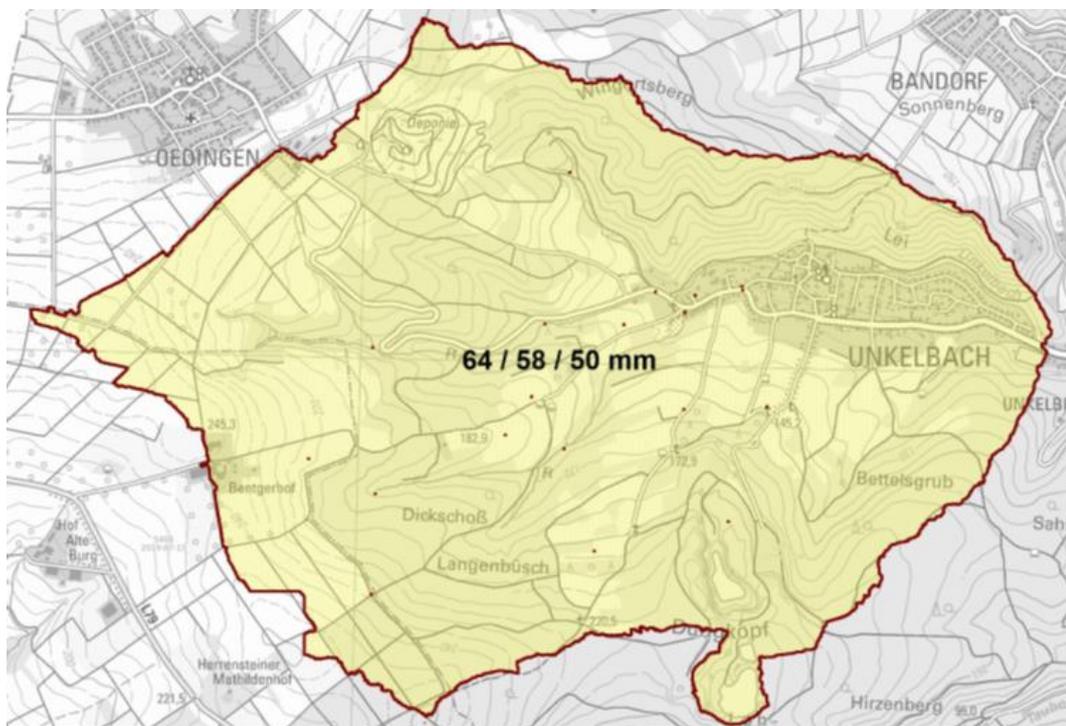


Abb. 3: Modellregen  $T=100a/T=50a/T=20a$

Die Simulation erfolgt für folgende Ereignisse:

- Modellregen Euler II  $T=20a$   $D=240\text{min}$  nach KOSTRA DWD 2010R
- Modellregen Euler II  $T=50a$   $D=240\text{min}$  nach KOSTRA DWD 2010R
- Modellregen Euler II  $T=100a$   $D=240\text{min}$  nach KOSTRA DWD 2010R
- Extremereignis 04.06.2016 gemäß aufbereiteten Radarregendaten (itwh, 2020)

Die Ergebnisse der Berechnungen geben Auskunft über den Abfluss, den maximalen Wasserstand und die maximale Fließgeschwindigkeit an der Oberfläche.

### 4.3. Kanalnetzdatenmodell

Als Grundlage für das hydrodynamische Kanalnetzmodell dienen die Daten aus der Kanaldatenbank der Energienetze Mittelrhein GmbH & Co. KG. Die Daten werden ergänzt durch die Modelldatenbank aus der vorausgegangenen hydraulischen Untersuchung der Verrohrung des Nebenlaufes des Unkelbaches im Bereich Oedinger Straße.

### 4.4. Flächendatenmodell

Die Basis des 2D Oberflächenmodells bilden die Höhendaten. Diese liegen in einer Auflösung von ca. 1x1 m vor. Aufbereitungen des Geländemodells wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber nur punktuell vorgenommen. Dies betrifft die Berücksichtigung von vermessenen Profilen im Bereich Am Mühlenweg.

Um die Abflussbildung möglichst realistisch abbilden zu können erfolgte eine Ermittlung der Einzelflächen differenziert nach ihrer spezifischen Nutzung. Hierbei wurde innerorts zwischen den folgenden Flächen unterschieden:

- Gebäudeflächen
- Hofflächen
- Straßenflächen
- Grünflächen.

Die Gebäudeflächen wurden als 2D Gebäude im Modell abgebildet. Dies hat zur Folge, dass alle Gebäude als Lücken im Oberflächenmodell abgebildet werden. Alle weiteren Einzelflächen wurden für die 2D Abflussbildung aktiviert.

Durch die Vereinfachung der Gebäudestrukturen im Modell wird die Bildung von sehr kleinen Dreiecksflächen bei der Modellerstellung vermieden. Hierbei werden Lücken kleiner 0,05 m zwischen den Gebäuden entfernt.

Mehrere Kontrollquerschnitte wurden angelegt, um den berechneten 2D-Abfluss im zeitlichen Verlauf und in Summe zu prüfen.

Die Erfassung von Bruchkanten ermöglicht eine detailliertere Darstellung von Straßenzügen und Objektschutzmaßnahmen. Insbesondere in der Oberdorfstraße wurden private Objektschutzmaßnahmen vor Ort aufgenommen und im Modell über Bruchkanten mit einer definierten überströmbaren Höhe abgebildet.

Zusätzlich zu den Bruchkanten wurden auch Straßeneinläufe automatisch entlang der Straßenachsen erzeugt und mit einem Schluckvermögen von 10 l/s an den bestehenden Mischwasserkanal angeschlossen.

Unter Zuhilfenahme der Ergebnisse der Fließwege-Senken-Analyse und den daraus resultierenden Einzugsgebieten wurde die Modelgrenze festgelegt. Das Modellgebiet endet oberhalb des Zusammenflusses mit dem Bandorfer Bach. Unter Einsatz des Programms FOG 8.3 wird ein 2D-Modell erzeugt.

Die Gewässerverrohrung wurde in das Modell integriert und mittels Haltungen und Straßenabläufen abgebildet. Die Kopplung der Modelle erfolgt über die Schächte und Straßeneinläufe.

Alle Dachflächen werden gemäß der Haltungsflächenabgrenzung an die Haltungen des Kanalnetzes angeschlossen, da sie den Regenwasserkanal direkt belasten.

#### 4.5. Geländedatenmodell

Für das 2D Oberflächenmodell wurden 2D Bodenklassenbereiche, differenziert nach der Landnutzung, erfasst und Bodenklassenparameter festgelegt. Es wird unter den folgenden 2D-Bodenklassen unterschieden:

**Tabelle 1: 2D-Bodenklassen**

Nr.	Beschreibung	Wasserstand [m]	Manning-Strickler-Beiwert [ $m^{1/3}/s$ ]
0	Befestigt (z.B. Asphalt)	-	50
1	Wiese	0	10
		0,01	15
		0,1	20
		0,2	25
		0,5	28
		1	50
2	Wald	0	1
		0,05	4
		0,1	6
		0,5	8
		10	8

Die Manning-Strickler-Beiwerte wurden dem Bericht „Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 3 - Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für



Fließgewässer in Baden-Württemberg“ entnommen und mit Erfahrungswerten abgeglichen.

Neben der Definition der 2D-Bodenklasse Bereiche erfolgt eine Zuordnung der Abflussparameter zu den Einzelflächen. Bei den verwendeten Abflussparametern handelt es sich um Empfehlungen von itwh. Da Mulden bereits im Geländemodell abgebildet werden, wird von itwh empfohlen die Muldenverluste herabzusetzen.

Bei der Berechnung werden intern fest definierte Faktoren für periodisch schwankende Interzeptionsverluste berücksichtigt.

Die Parameter der Bodenklassen basieren auf dem Abflussbildungsansatz nach Horton. Die Werte sind im Programm als Standardwerte von itwh hinterlegt.

#### 4.6. **Plausibilitätsprüfung und Modellkalibrierung**

Vor einer Modellkalibrierung muss das Modell auf Plausibilität und Robustheit geprüft werden.

Die Berechnungsergebnisse werden auf Plausibilität geprüft. Hierzu gehören folgende Schritte:

- Abgleich der Berechnungsergebnisse mit den Ergebnissen einer vorausgegangenen Fließwege-Senken-Analyse
- Abgleich der Berechnungsergebnisse mit den Erfahrungen aus den letzten Starkregenereignissen (Bilder, Videos, Berichte)
- Prüfung des Kanalnetzes auf Plausibilität (insbesondere Sonderbauwerke).

Um das tatsächliche Abflussgeschehen möglichst genau abzubilden, muss eine Modellkalibrierung durchgeführt werden. Die Anpassung von Parameterwerten führt zu einer Erhöhung der Modellgüte.

Pegelmessungen als Referenzwert für die Modellkalibrierung liegen hier nicht vor. Regionale Erfahrungswerte (HQ<sub>100</sub>) haben nur eine begrenzte Aussagekraft, da sie in der Regel für größere Einzugsgebiete abgeleitet sind. Eine Kalibrierung ist daher nur durch Abgleich mit Beobachtungen während aufgetretener Ereignisse möglich. Die Güte und Genauigkeit der Beobachtungen sind im Einzelfall zu bewerten.

Um das Modell zu kalibrieren, wurde eine Anpassung der Abflussparameter vorgenommen. Um die Abflussganglinie und das Abflussvolumen an die Werte der Hochwasserabflussspenden HQ<sub>100</sub> und die Berichte der Anwohner anzugleichen, werden die Benetzung- und Muldenverluste angepasst.



**Tabelle 2: Abflussparameter**

	Befestigte Flächen allgemein	Unbefestigte Flächen allgemein	Unbefestigte Flächen im Wald (Lehm)	Unbefestigte Flächen mit Lehmboden	Unbefestigte Flächen mit sandigen Lehmboden	Unbefestigte Flächen mit Tonboden
Flächenart	befestigt	unbefestigt	unbefestigt	Unbefestigt	Unbefestigt	Unbefestigt
Bodenklasse	-	VollDurchlaessig	Lehm/Loess Wald	Lehm/Löss	Sandiger Lehm	Ton
Benetzungsverluste [mm]	0,9	2,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Muldenverluste [mm]	1,8	3,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Anfangs-abflussbeiwert [%]	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Endabflussbeiwert [%]	85,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Benetzungsspeicher [mm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Muldenauffüllgrad [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Für die weitere Kalibrierung wurden Erfahrungsberichte, Bild- und Videomaterial des Starkregenereignisses vom 04.06.2016 herangezogen. Die Berechnungsergebnisse wurden mit diesen verglichen und Schlussfolgerungen bezüglich möglicher notwendiger Parameteranpassungen getroffen.

Folgende Ergebnisdaten wurden ausgewertet:

- Maximaler Wasserstand
- Maximale Abflussgeschwindigkeit
- Wasserstand und Geschwindigkeit zu verschiedenen Zeitschritten
- Abflussvolumen an verschiedenen Kontrollquerschnitten

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Status

Die Berechnungsergebnisse zeigen einen erheblichen Zufluss aus den nördlichen/nordwestlichen und südlichen/südwestlichen Außengebieten auf die Ortslage Unkelbach.

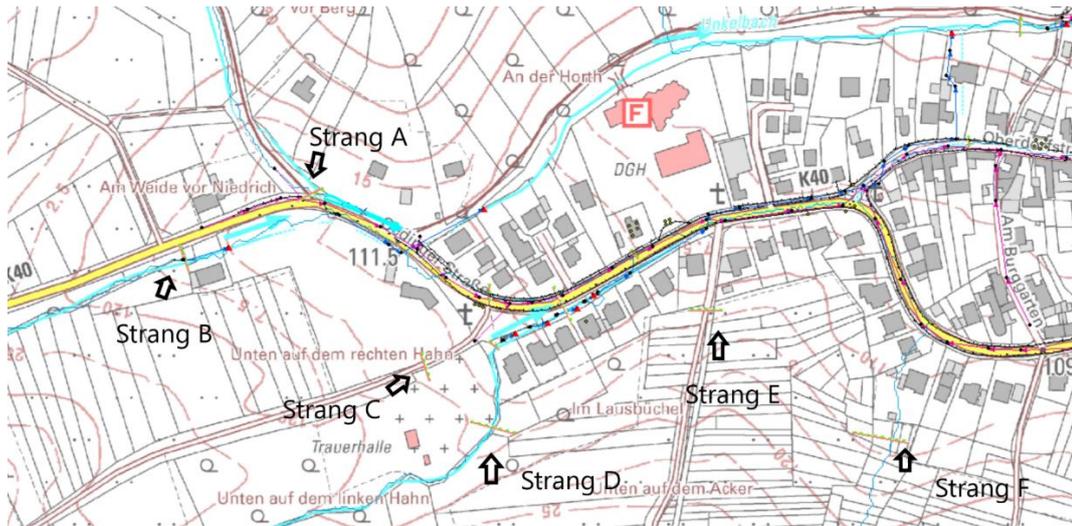


Abb. 4: Übersicht Zuflussrichtungen

Aus den nördlichen/nordwestlichen Außengebieten (Strang A/B) trifft das oberflächlich abfließende Wasser in der Oedinger Straße auf die Bebauung. Die vorhandene Gewässerverrohrung ist überlastet ( $Q_{\text{voll}}=3,684 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und kann das anfallende Oberflächenwasser nicht vollständig fassen und dem Unkelbach zuleiten.

Aus den südlichen/südwestlichen Außengebieten (Strang C/D) trifft das oberflächlich abfließende Wasser unterhalb des Friedhofs auf die Oedinger Straße. Die vorhandene Gewässerverrohrung in der Oedinger Straße ist überlastet ( $Q_{\text{voll}}=1,285 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Das Wasser fließt daher oberflächlich über die Oedinger Straße ab.

In der folgenden Tabelle werden die maximalen Abflüsse für die oben genannten Außengebiete dargestellt.



**Tabelle 3: Maximale Abflüsse aus den Außengebieten [m³/s]**

	Außengebiete		
	Strang A/B	Strang C/D	Strang E/F
T=20a	4,354	1,815	0,554
T=50a	8,494	5,948	1,059
T=100a	14,151	9,326	1,504
04.06.2016	13,892	20,867	1,440

Das Ergebnis für das Extremereignis verdeutlicht die unterschiedliche räumliche Verteilung des Niederschlags.

Das oberflächlich abfließende Wasser wird durch die örtlichen Gegebenheiten (Mauern, Bordsteine, Schutzeinrichtungen, etc.) gelenkt und tritt an vorhandenen Tiefpunkten auf die privaten Grundstücke über. Die Anwohner haben teilweise für den Fall eines Starkregens private Objektschutzmaßnahmen getroffen. Der Bereich am Kindergarten bzw. der Feuerwehr stellt sich gemäß der Berechnungen als besonders gefährdeter Bereich dar.

Im weiteren Verlauf fließt das Wasser durch die Oberdorfstraße und die Schulstraße ab. „Am Mühlenweg“ trifft das Wasser auf den Unkelbach.

Um die Ergebnisse später mit den Ergebnissen aus den verschiedenen Szenarien vergleichen zu können, wurden an signifikanten Stellen Kontrollquerschnitte festgelegt. An diesen Querschnitten wurden die maximalen Durchflüsse gemessen.

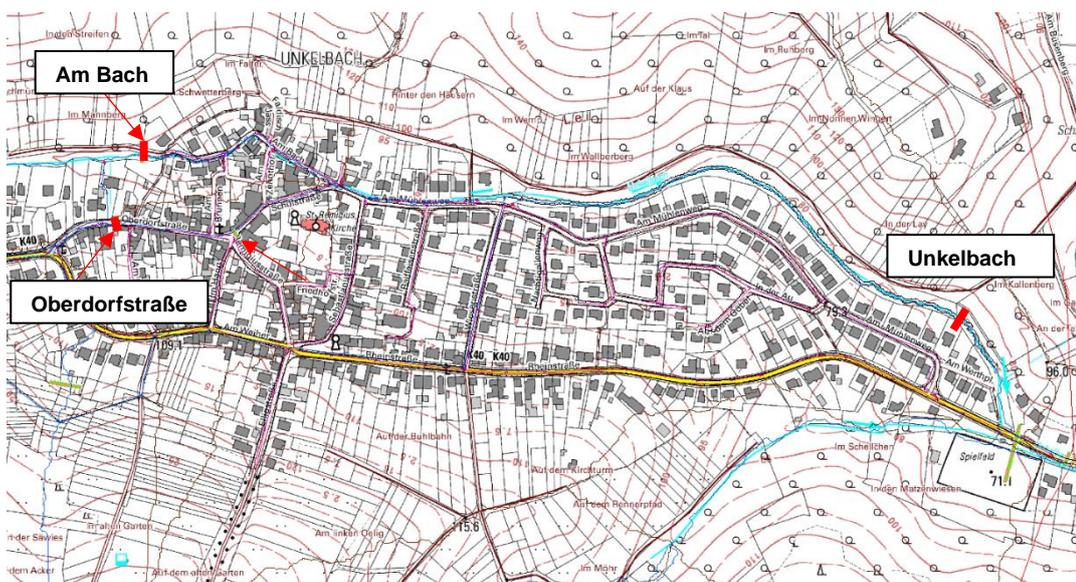


Abb. 5: Übersicht Kontrollquerschnitte

Die maximalen Durchflüsse  $Q_{\max}$  an den Kontrollquerschnitten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 4:  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] – Status**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
T=20a	0,558	3,41	5,466
T=50a	1,021	10,493	10,86
T=100a	1,134	22,09	21,59
Extrem	1,634	31,135	31,557

Die Ergebnisse für den Status sind in den Ergebnisplänen 05-1 – 05-4 abgebildet.

## 5.2. Prognose

Im Prognosemodell wurde das geplante Baugebiet im Süden von Unkelbach westlich der Elligstraße berücksichtigt. Dachflächen wurden an den Regenwasserkanal angeschlossen. Das Oberflächenwasser wird von Straßeneinläufen gefasst und dem Regenwasserkanal zugeführt. Ein



Rückhaltebecken mit einem Volumen von rund 213 m<sup>3</sup> und einem Drosselabfluss von 0,028 m<sup>3</sup>/s wurde modelltechnisch erstellt. Der Drosselabfluss wird der vorhandenen Gewässerverrohrung in der Oberdorfstraße zugeleitet.

Es wurden Berechnungen mit den Modellregen T=100a, T=50a und T=20a und das Extremereignis durchgeführt.

Das Ergebnis zeigt, dass das zusätzliche Baugebiet keinen wesentlichen Einfluss auf die Überflutungssituation in Unkelbach hat.

## 6. Maßnahmen

### 6.1. Übersicht

Im Rahmen der Maßnahmenentwicklung werden die drei folgenden Szenarien näher betrachtet:

- Szenario 1: Ableitung
- Szenario 2: Rückhaltung
- Szenario 3: dezentrale Maßnahmen

### 6.2. Szenarien

#### 6.2.1. Szenario 1 – Ableitung

Ziel des Szenarios ist die möglichst schadlose Ableitung des Abflusses.

Das Szenario der Ableitung sieht vor, dass Wasser aus den südlichen Außengebieten (Strang D/E/F) abzufangen und bis zur Straße „Am Weiher“ Ecke „Am Burggarten“ abzuleiten. Über eine Verrohrung soll das Wasser über die Rheinstraße und die Wiesenstraße dem Unkelbach zugeleitet werden. Zusätzlich wird das Wasser aus den nördlichen/nordwestlichen Außengebieten (Strang A/B) am Ortseingang in den Unkelbach umgelenkt, um den Abfluss über die Oedinger Straße/Oberdorfstraße zu minimieren.

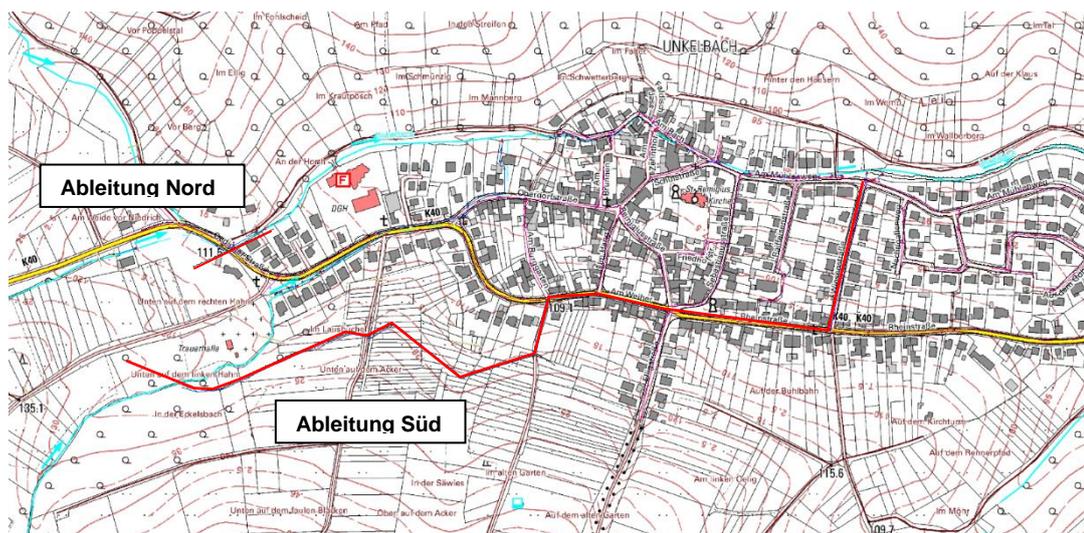


Abb. 6: Übersicht Ableitungsmaßnahmen

#### 6.2.2. Szenario 2 – Rückhaltung

Im Szenario „Rückhaltung“ werden die Zuflüsse aus den nördlichen (Strang A/B) und südlichen (Strang C/D) Außengebieten in zwei fiktiven Becken

zurückgehalten und gedrosselt. Sinn des Szenarios ist es, theoretisch erforderliche Rückhaltevolumina für die verschiedenen Ereignisse zu ermitteln.

Das nördliche Becken fängt die Zuflüsse aus Norden und Nordwesten ab. Der Abfluss wird auf 0,76 m<sup>3</sup>/s gedrosselt und über die bestehende Gewässerverrohrung dem Unkelbach zugeleitet.

Das südliche Becken speichert die Zuflüsse aus den südlichen Außengebieten zwischen und gibt sie mit einem Drosselabfluss von 0,56 m<sup>3</sup>/s an die bestehende Gewässerverrohrung in der Oedinger Straße weiter.

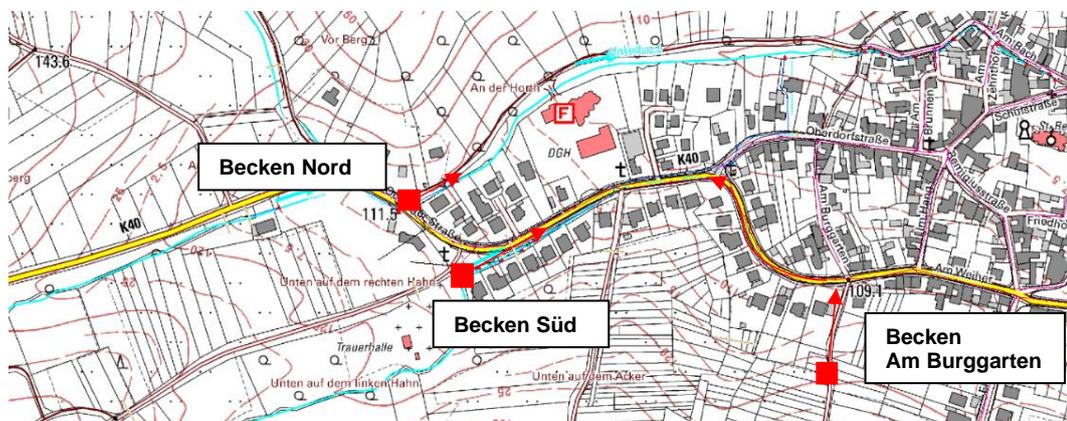


Abb. 7: Übersicht Rückhaltungen

### 6.2.3. Szenario 3 – Dezentrale Maßnahmen

Das dritte Szenario beinhaltet verschiedene dezentrale Maßnahmen. Diese werden im Folgenden näher beschrieben. Die Maßnahmen basieren auf Vorschlägen, die bereits in der vorlaufenden Diskussion erarbeitet wurden. Sie wurden ggfs. auf der Grundlage von Ortsbegehungen ergänzt bzw. optimiert.

#### Maßnahme 1

Maßnahme 1 beschreibt die Aktivierung von Rückhaltevolumina nördlich der Oedinger Straße im Bereich „Am Weide vor Niedrich/Vor Berg“ und im Bereich „Aufm Tiergarten/Vor Poppelstal“.

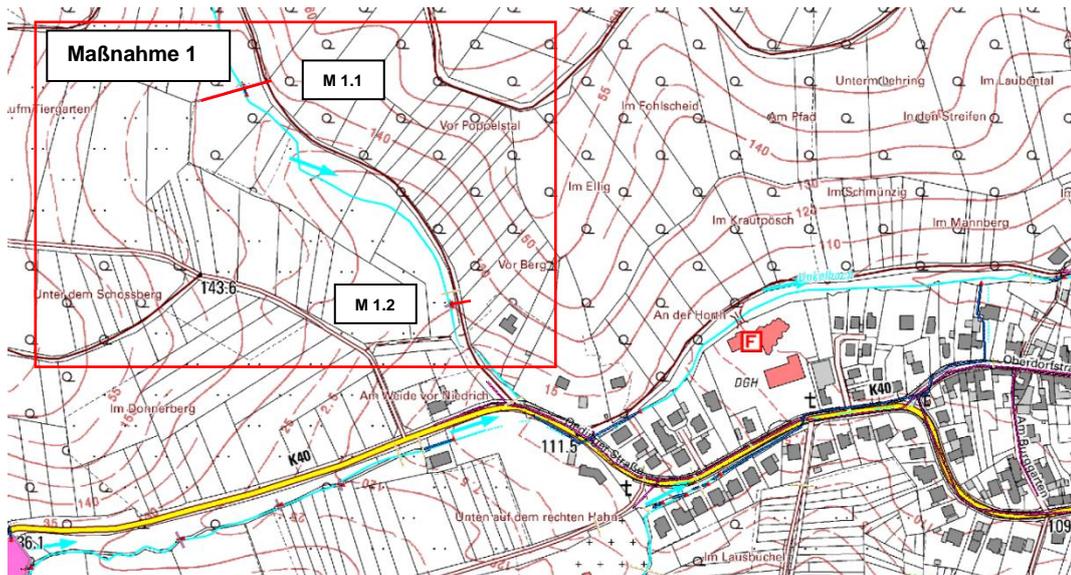


Abb. 8: Maßnahme 1

Durch die Anordnung von Stau-elementen (Stauwand/Mauer) werden die oberhalb liegenden Rückhaltevolumina aktiviert. Die Höhe der Stau-elemente beträgt 139 müNN bzw. 121 müNN. Daraus ergeben sich maximale Höhen von 3,44 m bzw. 3,30 m.

Der Abfluss wird gemäß der Einzugsgebietsgrößen auf  $Q_{Dr}=0,15 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $Q_{Dr}=0,18 \text{ m}^3/\text{s}$  (in Fließrichtung) gedrosselt. Die Drosselmengen wurden mit Hilfe der gebiets-spezifischen Abflussspende von  $q= 320 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$  ermittelt, die sich aus der Leistungsfähigkeit der bestehenden Strukturen ggfs. unter Beseitigung lokaler Engpässe ergibt.

### Maßnahme 2

Maßnahme 2 beschreibt die Aktivierung von Rückhaltevolumina im Unkelbach westlich der Ortslage „In den Knieborns Wiesen“/ „In Kieborns Wies“.

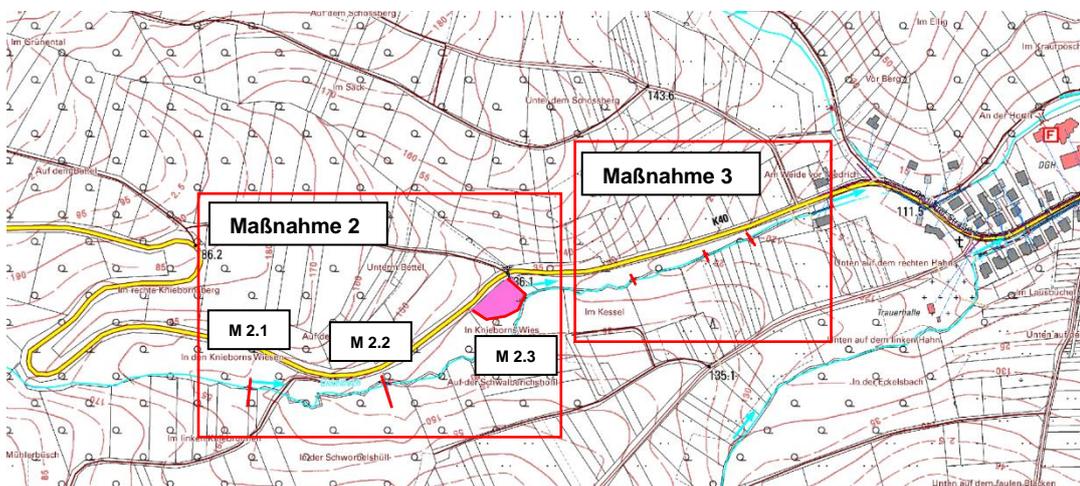


Abb. 9: Maßnahme 2 und 3

Durch die Anordnung von Staulementen (Stauwand/Mauer) werden die Oberhalb liegenden Rückhaltevolumina aktiviert. Die Höhe der Staulemente beträgt in Fließrichtung 121 müN, 145 müNN und 139 müNN. Daraus ergeben sich maximale Höhen von 3,30m bzw. 3,44m.

Der Abfluss wird gemäß der Einzugsgebietsgrößen auf  $Q_{Dr}=0,24 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $Q_{Dr}=0,26 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $Q_{Dr}=0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  (in Fließrichtung) gedrosselt. Die Drosselmengen wurden mit Hilfe der gebietsspezifischen Abflussspende von  $q= 320 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$  ermittelt.

### Maßnahme 3

Maßnahme 3 beschreibt die Errichtung von Kaskaden vor dem Ortseingang von Unkelbach parallel zur K40.

Durch die Anordnung von Kaskaden werden die oberhalb liegenden Rückhaltevolumina aktiviert. Die Höhe der Staulemente beträgt in Fließrichtung 128 müNN, 122 müNN und 120 müNN. Daraus ergeben sich maximale Höhen von 5,30m, 1,90 und 2,50m.

Der Abfluss wird gemäß der Einzugsgebietsgröße auf  $Q_{Dr}=0,42 \text{ m}^3/\text{s}$  gedrosselt. Die Drosselmengen wurden mit Hilfe der gebietsspezifischen Abflussspende von  $q= 320 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$  ermittelt.

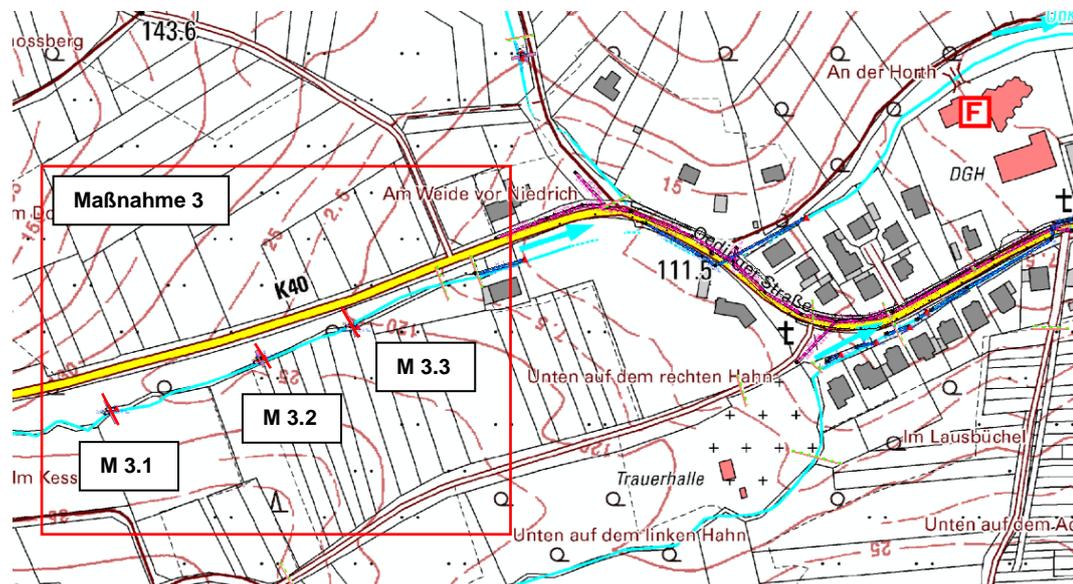


Abb. 10: Maßnahme 3

### Maßnahme 4

Maßnahme 4 beschreibt die Aktivierung von Rückhaltevolumen „In der Frohmichsbach“.

Durch die Anordnung eines Stauelementes (Stauwand/Mauer) wird das oberhalb liegende Rückhaltevolumen aktiviert. Die Höhe des Stauelementes beträgt 154 müNN. Daraus ergibt sich eine maximale Höhe von 9,50 m.

Der Abfluss wird gemäß der Einzugsgebietsgröße auf  $Q_{Dr}=0,32 \text{ m}^3/\text{s}$  gedrosselt. Die Drosselmenge wurden mit Hilfe der gebietspezifischen Abflussspende von  $q= 320 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$  ermittelt.

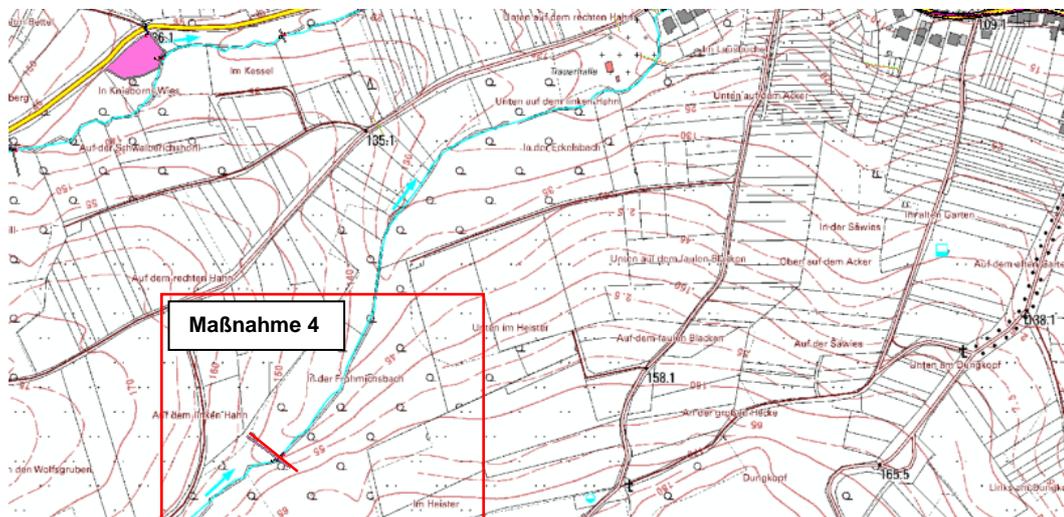


Abb. 11: Maßnahme 4

### 6.3. Auswertung

#### 6.3.1. Szenario 1 – Ableitung

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass eine Ableitung des Oberflächenwassers zu einer Entlastung der Überflutungssituation in der Oberdorfstraße führt. Die Ergebnisse der maximalen Abflüsse an den Kontrollquerschnitten sind für die verschiedenen Lastfälle in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 5:  $Q_{max}$  [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] an den Kontrollquerschnitten – Szenario 1**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
T=20a	0,05	2,958	5,338
T=50a	0,592	5,23	12,429
T=100a	0,708	10,313	20,591
Extrem	0,773	12,844	28,235

Um eine Ableitung des Oberflächenwassers zu gewährleisten, müssen folgende maximale Abflüsse gewährleistet werden.

**Tabelle 6:  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] – Szenario 1 Ableitung**

	Ableitung Nord	Ableitung Süd
T=20a	3,20	4,22
T=50a	4,71	15,23
T=100a	5,29	22,95
Extrem	5,22	24,46

Durch eine Ableitung kann eine Verbesserung der Überflutungssituation erwirkt werden.

Die Ergebnisse für das Szenario 1 sind in den Ergebnisplänen 05-5 – 05-8 abgebildet.

### 6.3.2. Szenario 2 – Rückhaltung

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass eine Rückhaltung des Oberflächenwassers an de zu einer Entlastung der Überflutungssituation in der Oberdorfstraße führt.

Die Ergebnisse der maximalen Abflüsse an den Kontrollquerschnitten sind für die verschiedenen Lastfälle in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 7:  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] an den Kontrollquerschnitten – Szenario 2**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
T=20a	0,056	1,58	5,056
T=50a	0,174	2,755	8,195
T=100a	0,269	3,837	10,603
Extrem	0,218	2,565	4,765



Im Rahmen der Berechnungen wurden die maximalen Volumina für die potenziellen Rückhaltungen ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 8:  $V_{\max}$  [m<sup>3</sup>] – Szenario 2 Rückhaltung**

	Nord	Süd	Am Burggarten
T=20a	5.635	1.422	464
T=50a	12.092	6.530	836
T=100a	18.357	11.212	1.174
Extrem	22.070	32.350	1.821

Die Ergebnisse für das Szenario 2 sind in den Ergebnisplänen 05-9 – 05-12 abgebildet.

### 6.3.3. Szenario 3 – dezentrale Maßnahmen

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass eine Ableitung des Oberflächenwassers zu einer Entlastung der Überflutungssituation in der Oberdorfstraße führt. Die Ergebnisse der maximalen Abflüsse an den Kontrollquerschnitten sind für die verschiedenen Lastfälle in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 9:  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] an den Kontrollquerschnitten – Szenario 3**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
T=20a	0,195	2,027	5,539
T=50a	0,481	3,579	9,059
T=100a	0,677	5,242	12,555
Extrem	1,215	17,720	16,854

**Tabelle 10: H<sub>max</sub> [m] an den Maßnahmen – Szenario 3**

	T=20a	T=50a	T=100a	Extrem
M1.1	2,90	3,21	3,25	1,81
M1.2	1,89	2,08	2,16	1,33
M2.1	3,39	5,11	5,20	5,28
M2.2	1,94	2,90	6,41	5,97
M2.3	0,08	0,22	0,47	0,08
M3.1	2,52	4,12	4,69	4,99
M3.2	1,19	1,19	1,21	1,67
M3.3	0,64	1,10	1,80	2,49
M4	4,68	7,14	8,68	9,41

Die Ergebnisse für das Szenario 3 sind in den Ergebnisplänen 05-13 – 05-16 abgebildet.

## 7. Zusammenfassung

Es wurde ein gekoppeltes Niederschlags-Abfluss-Modell für das Einzugsgebiet der Ortslage Unkelbach erarbeitet. Das Modell wurde plausibilisiert und für die Berechnung verschiedener Basisszenarien angewendet.

Es war zu prüfen, ob durch verschiedene Maßnahmen im Einzugsgebiet des Unkelbaches die Gefährdungssituation bei Starkregen in Unkelbach entschärft werden und das anfallende Oberflächenwasser schadlos dem Unkelbach zugeführt werden kann.

Die Ergebnisse zeigen, dass das anfallende Wasser aktuell über die Oedinger Straße, Oberdorfstraße, Schulstraße und Am Mühlenweg abfließt, jedoch bei hohem Wasserstand in tiefliegende Einfahrten (z.B. am Kindergarten) übertritt.

Die verschiedenen Szenarien Ableitung, Rückhaltung, dezentrale Maßnahmen und Notfließwege wurden betrachtet.

Die Ergebnisse der gekoppelten 1D/2D Abfluss-Simulation zeigen, dass alle Szenarien zu einer Verbesserung der Überflutungssituation beitragen. Um dies zu verdeutlichen, wurden die an den Kontrollquerschnitten ermittelten maximalen Abflüsse im Folgenden gegenübergestellt.

**Tabelle 11: Ergebnisvergleich  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] – T=20a**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
Szenario 1	0,05	2,958	5,338
Szenario 2	0,056	1,58	5,056
Szenario 3	0,195	2,027	5,539
Status	0,558	3,41	5,466

**Tabelle 12: Ergebnisvergleich  $Q_{\max}$  [m<sup>3</sup>/s] – Extremereignis am 04.06.2016**

	Oberdorfstraße	Am Bach	Unkelbach
Szenario 1	0,773	12,844	28,235
Szenario 2	0,218	2,565	4,765
Szenario 3	1,215	17,720	16,854
Status	1,634	31,135	31,557

Das Szenario 1 beschreibt die Ableitung des Wassers südlich der Ortslage. Die Maßnahmen aus Szenario 1 sind aus bautechnischer Sicht nur mit erheblichem Aufwand und Kosten umzusetzen.

Eine vollständige Rückhaltung und gedrosselte Ableitung des Oberflächenwassers aus den Außengebieten von Unkelbach (Szenario 2) kann nur durch die Schaffung sehr großer Rückhaltevolumen gewährleistet werden. Diese Volumina in der Örtlichkeit unterzubringen ist im Hinblick auf die Flächenverfügbarkeit nicht umsetzbar. Das Szenario verdeutlicht aber die je nach Schutzziel erforderlichen Volumina.

Das Szenario 3 behandelt mehrere dezentrale Maßnahmen. Diese wurden unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten entwickelt. Ein deutlicher positiver Effekt der Maßnahmen auf die Gefährdungssituation bei Starkregen in Unkelbach geht aus den Ergebnissen hervor.

Abschließend ist zu sagen, dass unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten die Umsetzung dezentraler Maßnahmen, wie in Szenario 3 beschrieben, zu empfehlen ist. Durch die Maßnahmen kann die Abflussspitze reduziert und im Zusammenspiel mit Notfließwegen und privaten Objektschutzmaßnahmen kann die Gefährdungssituation verringert werden. Die Umsetzung der Maßnahmen im Einzelnen muss weiter geprüft werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass ein absoluter Schutz vor Überflutungen in Folge von Starkregen oder Hochwasser nicht erreicht werden kann. Auf die Dringlichkeit von privaten Objektschutzmaßnahmen in Verbindung mit der Bereitstellung von Informationen zur Gefährdungssituation wird verwiesen.

Das hier aufgestellte Modell kann dazu einen Beitrag leisten.



Aufgestellt:

Bad Neuenahr-Ahrweiler, den 04.05.2021

Berthold Becker  
Büro für Ingenieur- und Tiefbau GmbH