

Stadt Bad Berka



HOCHWASSERSCHUTZ HUNGERBACH

LEISTUNGSTEIL II

Objektplanung – LP 1 und LP 2

Grundlagenermittlung und Vorplanung

Ergebnisbericht



BCE

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Björnsen Beratende Ingenieure Erfurt GmbH
Brühler Herrenberg 2a · 99092 Erfurt
Telefon 0361 2249-0 · Telefax 0361 2249-11

Dezember 2017
ATr/SeW/LI/CG/CK/2015099.20



Stadt Bad Berka



Auftraggeber:

Stadtverwaltung Bad Berka
Am Markt 10
99438 Bad Berka

Projekt:

Hochwasserschutz Hungerbach
Leistungsteil II – Objektplanung – LP 1 und LP 2
Grundlagenermittlung und Vorplanung

Auftragnehmer:

Björnsen Beratende Ingenieure Erfurt GmbH
Brühler Herrenberg 2a
99092 Erfurt



Bearbeiter:

M.Sc. Achim Trautmann
Dipl.-Ing. S. Weichelt
Dipl.-Ing. (FH) H. Licht
B.Eng. Christian Gaebler

Dipl.-Ing. J. Kretzschmar
(Unterschrift Geschäftsführer)

Datum:

12.12.2017

Inhaltsverzeichnis

Leistungsteil II – Objektplanung – LP 1 und LP 2 Grundlagenermittlung und Vorplanung

Ergebnisbericht Leistungsteil II		Seite
1	Anlass und Planungsziele	1
2	Grundlagen	2
2.1	Lage des Vorhabens	2
2.2	Rechte	2
2.2.1	Unterhaltung	2
2.2.2	Wasserrecht	3
2.3	Ist-Zustand	3
2.3.1	Leistungsbestand	3
2.3.2	Bestehende Anlagen	3
2.4	Schutzgebiete	4
2.5	Altlasten	4
2.6	Hydrologie	4
2.7	Hydraulik	5
2.8	Standortverhältnisse	6
2.8.1	Morphologische Verhältnisse	6
2.8.2	Bodenarten und -typen	7
2.8.3	Flächennutzung	7
2.8.4	Geotechnische Verhältnisse	8
2.8.5	Kampfmittel	8
3	Planung	8
3.1	Planungsgrundlagen	8
3.1.1	Terrestrische Geländevermessung	8
3.1.2	Geotechnik	10
3.2	Umfang des Vorhabens	10
3.2.1	Westliche Maßnahmen	11
3.2.2	Südliche Maßnahmen	11
3.2.3	Maßnahmen Unterdorf	12
3.2.4	Nördliche Maßnahmen	12
3.3	Konstruktive Gestaltung	12
3.3.1	Westliche Maßnahmen	12
3.3.2	Südliche Maßnahmen	14
3.3.3	Maßnahmen Unterdorf	16
3.3.4	Nördliche Maßnahmen	18
3.3.5	Theoretische Leistungen der Gräben und Durchlässe	19
3.4	Kostenschätzung / Kostenvergleich	20
3.5	Auswirkungen des Vorhabens	21
3.5.1	Hochwassersituation und Überschwemmungsgebiet	21

3.5.2	Wohnungs- und Siedlungswesen	25
3.5.3	Öffentliche Sicherheit und Verkehr	26
3.5.4	Grundstücksbetroffenheiten	26
4	Weitere Untersuchungen	27
4.1	Ingenieurvermessung	27
4.2	Geotechnik	27
4.3	Umwelt- und naturschutzfachliche Untersuchungen	27
4.3.1	Umweltverträglichkeitsprüfung	27
4.3.2	Landschaftspflegerischer Begleitplan	28
4.4	Sonstige Untersuchungen und weiterer Klärungsbedarf	28

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1:	Übersicht Gutendorf und Bad Berka	2
Abbildung 2:	Bodengeologische Karte um Plangebiet	7
Abbildung 3:	Flächennutzung im Plangebiet	7
Abbildung 4:	Einteilung der Maßnahmenbereiche	10
Abbildung 5:	Skizze Sandfang	14
Abbildung 6:	Durchschnittlicher Regel-Querschnitt Entwässerungsgraben Neubau	15
Abbildung 7:	Anordnung Entlastungsgraben (Durchschnittsgröße) im Straßenraum L2155 in Gutendorf	16
Abbildung 8:	Skizze des Entwässerungsgrabens mit Kastendurchlass	17
Abbildung 9:	Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand am Ortseingang	22
Abbildung 10:	Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand an südlichen Maßnahmen	23
Abbildung 11:	Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand im Unterdorf	24
Abbildung 12:	Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand im Norden von Gutendorf	25

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1:	Hydrologischer Längsschnitt Hungerbach (Bezug Gutendorf)	5
Tabelle 2:	Anzahl Querprofile und Bauwerke gemäß Vermessung	9
Tabelle 3:	Maße einer Sandfangkammer	13
Tabelle 4:	Maximale Leistungen von Gräben und Durchlässen	19
Tabelle 5:	Kostenschätzung der Vorzugslösung	20

Anlagen

A-1	Kostenschätzung Vorzugslösung
A-2	Grundstückbetroffenheiten

Lose beigefügte Pläne

		Maßstab
B-1.1	Übersichtskarte	1 : 10.000
B-1.2	Flächennutzung	1 : 5.000
B-1.3	Schutzgebiete	1 : 10.000
B-1.4	Leitungsbestand	1 : 2.500
B-1.5	Flurstückkarte	1 : 5.000
B-1.6	Maßnahmenkarte Vorzugslösung	1 : 3.000
B-2	Übersichtslageplan	1 : 1.000
B-2.1	Lageplan westliche Maßnahmen	1 : 100
B-2.2	Lageplan südliche Maßnahmen (Durchlass)	1 : 100
B-2.3	Lageplan Maßnahmen Unterdorf	1 : 250
B-3.1	Regelquerschnitte westliche Maßnahmen	1 : 50
B-3.2	Regelquerschnitte südliche Maßnahmen	1 : 50
B-3.3a	Regelquerschnitte Maßnahmen Unterdorf	1 : 50
B-3.3b	Längsschnitte Maßnahmen Unterdorf	1 : 50 / 1 : 100

Verwendete Unterlagen/Literaturverzeichnis

- [1] Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)
Kartendienst zu Geologie, Geothermie und Bodenkunde
2017

- [2] Stadt Bad Berka
HWS Hungerbach Leistungsteil I Gutachten
2017
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

- [3] Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation
Digitales Geländemodell – DGM2
Übergabe per E-Mail am 22.03.2016

- [4] Vermessungsbüro Suhl
Unterlagen terrestrische Querprofilvermessung
Übergabe per E-Mail am 23./24.05.2016

- [5] GDI-Th Freistaat Thüringen
Geoproxy Thüringen, Kartendienst
2017

- [6] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWA-A 157
November 2000

- [7] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG), neugefasst durch Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 08.09.2017 (BGBl. I S. 3370).
Online abrufbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/uvpg/>
letztmals geprüft am 18.10.2017

- [8] Bundesnaturschutzgesetz
Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29.Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15.09.2017 (BGBl. I S. 3434) geändert worden ist.
Online abrufbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009
letztmals geprüft am 18.10.2017

- [9] Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Kartendienst der TLUG.
<http://antares.thueringen.de/cadenza>
letztmals abgerufen am 18.10.2017

- [10] Stadt Bad Berka
Vermerk zur Projektbesprechung „Hochwasserschutz Hungerbach“
Teilnehmer: Herr Höffner, Frau Almeroth, Herr Wolf, Herr Kretzschmar
21.11.2017, 9:30 – 12:00 Uhr

Abkürzungsverzeichnis

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BNatschG	Bundesnaturschutzgesetz
BOK	Böschungsoberkante
DGM	Digitales Geländemodell
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz
DN	Nenndurchmesser
dxf	Drawing Interchange Format
EW	Einwohner
FFH	Fauna-Flora-Habitat Gebiet
Fl.-km	Fließkilometer
GOK	Geländeoberkante
ha	Hektar
HQ	Hochwasserscheitelabfluss
HQ(T)	Hochwasserscheitelabfluss mit statistisch T-jährigem Wiederholungsintervall
HW	Hochwasser
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
lfd. m	laufende Meter
LSG	Landschaftsschutzgebiet
N-A-Modell	Niederschlag-Abfluss-Modell
NHN	Normalhöhennull
NSG	Naturschutzgebiet
OK	Oberkante
RAL	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen
T	Wiederkehrintervalle
ThürNatG	Thüringer Naturschutzgesetz
ThürWG	Thüringer Wassergesetz
UTM-System	Universal Transverse Mercator System
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfung
ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

1 Anlass und Planungsziele

In den Jahren 1997, 2005, Juni 2013 und September 2014 sind vor allem in der Ortslage von Gutendorf erhebliche Überschwemmungen aufgetreten.

Besonders die Ereignisse in 2013 und 2014 haben zu massiven Schäden geführt. So standen am 20.06.2013 fast sämtliche Höfe im Unterdorf bis zu einem Meter unter Wasser. Die Schäden lagen bei etwa 1 Mio. €. Auch das Hochwasser vom 19.09.2014 hatte verheerende Auswirkungen. Die Schäden lagen etwa im Bereich des Vorjahres.

Ursache der immensen Schäden infolge Überflutung waren die großen Mengen an Niederschlagswasser (einschl. Schlamm), die von den Wiesen- und Ackerflächen im Einzugsgebiet des Gewässerlaufes nach kurzer Zeitdauer zum Abfluss kamen und in die Ortslage flossen. Zur Verschärfung der Hochwassersituation tragen maßgeblich folgende Faktoren bei: Die im Unterdorf überhöhte und rückstaugefährdende Landesstraße, die weiterhin fehlenden Entwässerungsgräben, die früher entlang der Dorfstraße (Landesstraße) bis zu deren Verbreiterung ausreichend vorhanden waren sowie die Verrohrung des ehemaligen offenen Grabensystems. Die heute vorhandenen bis max. 800 mm großen Betonrohre unter der Landesstraße sind bei starken Niederschlägen selbst für die Innenbereichsentwässerung des Ortes nicht mehr ausreichend.

In Anbetracht der vergangenen Hochwasserereignisse der letzten Jahre plant die Stadt Bad Berka im Einzugsgebiet des Hungerbaches den Hochwasserschutz zu verbessern. Dabei sollen Maßnahmen erarbeitet werden, die zu einer Retentionsoptimierung sowie zu einer Reduzierung des Gefährdungspotentials im Hochwasserfall führen.

Eine vorgeschaltete Studie hat zunächst die Grundlagen geschaffen, um quantitative Aussagen zur aktuellen hydrologischen und hydraulischen Situation im Einzugsgebiet des Hungerbaches zu erhalten (**Leistungsteil I**). Außerdem wurde eine Vorzugsvariante zum Hochwasserschutz entwickelt, die im zweiten Leistungsteil detaillierter geplant werden soll (**Leistungsteil II**).

Im Zuge einer Projektbesprechung wurden geringfügige Änderungen an der Vorzugsvariante aus Leistungsteil I vorgenommen. Somit bestehen Abweichungen zwischen der Vorzugsvariante aus Leistungsteil I und Vorzugslösung aus Leistungsteil II. Die ergänzte Variante 3 aus Leistungsteil I wird im Folgenden als „Variante 3a“ bezeichnet. [10]

2 Grundlagen

2.1 Lage des Vorhabens

Der Hungerbach fließt im Landkreis Weimarer Land. Das Gewässer entspringt oberhalb des Bad Berkaer Ortsteiles Gutendorf und mündet nach etwa 8,0 km Lauflänge im Stadtgebiet Bad Berka in den Unterlaufabschnitt des Schleußengrabens (nahe der Mündung in die Ilm). In seinem Verlauf wird der Hungerbach durch mehrere seitliche Zuflüsse gespeist. Wichtigste Nebengewässer sind der „Bach aus dem Erfurter Tal“ und der „Bach vom Flughafen“. Das Gesamteinzugsgebiet des Hungerbaches beträgt ca. 12 km² und die Länge des untersuchten Gewässerabschnittes beträgt etwa 7,7 km.

Die eigentlichen Maßnahmen zum Hochwasserschutz sind ausschließlich in und um Gutendorf geplant. In Abbildung 1 und in Anlage B-1 sind Gutendorf sowie Bad Berka abgebildet.

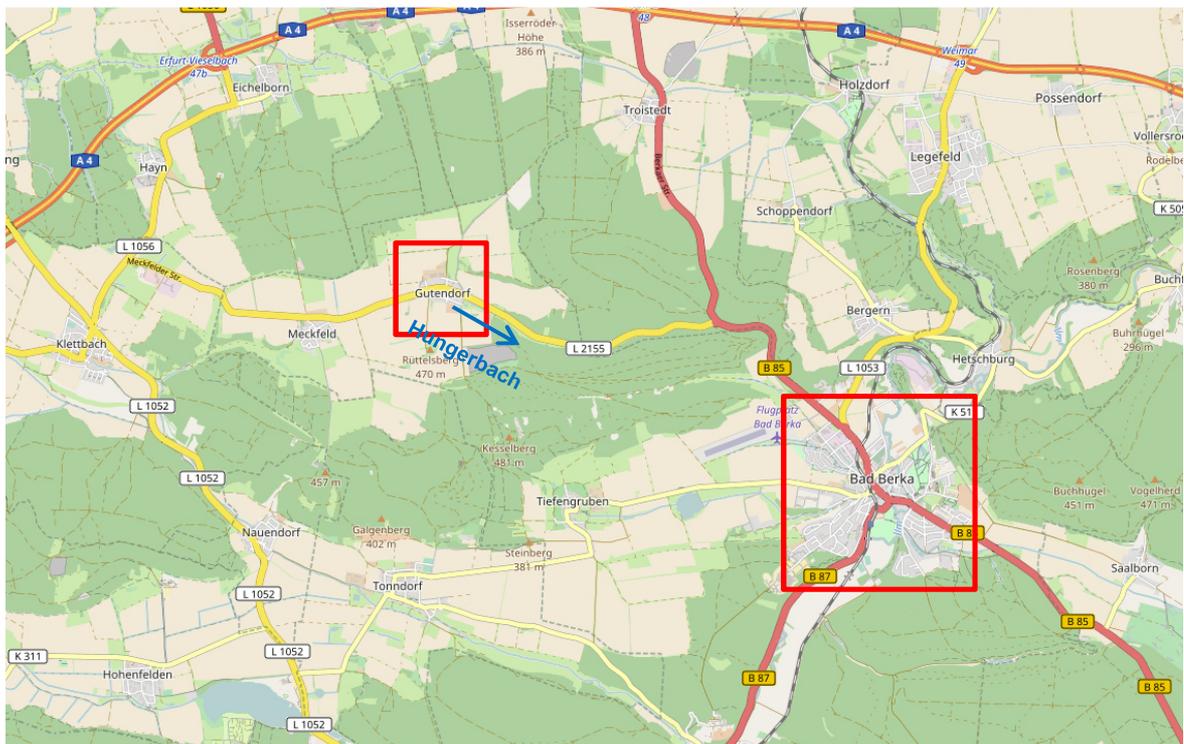


Abbildung 1: Übersicht Gutendorf und Bad Berka

2.2 Rechte

2.2.1 Unterhaltung

Die Unterhaltung des Hungerbaches obliegt nach dem ThürWG § 68 als Gewässer II. Ordnung den Gemeinden oder den zur Unterhaltung gegründeten Verbänden. Im vorliegenden Fall ist die Gemeinde Bad Berka gewässerunterhaltungspflichtig.

2.2.2 Wasserrecht

Zum Zeitpunkt der Vorplanung lagen keine Informationen zu Wasserrechten in Bezug auf den Hungerbach bei Bad Berka vor.

Es ist zu erwähnen, dass es unterhalb der Ortslage eine Kläranlage für Gutendorf gibt (Ausbaugröße: 300 EW) und hier Rechte zum Einleiten des geklärten Wassers in den Vorfluter vorliegen müssten. In den weiteren Planungsphasen sind entsprechende Abstimmungen mit dem Kläranlagenbetreiber zu führen.

2.3 Ist-Zustand

2.3.1 Leitungsbestand

Im Zuge des Leistungsteils I wurden Leitungsanfragen an die Stadt Jena und die Stadt Bad Berka gestellt. Ein Leitungsplan zu Abwasserleitungen liegt daher vor (vgl. Anlage B_1.4). Angaben zu Fernwärme, Gas, Informationstechnik, Strom und Wasser liegen gegenwärtig noch nicht vor.

2.3.2 Bestehende Anlagen

Zu den bestehenden Anlagen sind bereits im Leistungsteil I Informationen zusammengetragen sowie eine Defizitanalyse durchgeführt worden. Aus diesem Grund werden in Leistungsteil II lediglich die relevanten bestehenden Bauwerke und Gegebenheiten vor Ort umrissen.

Am Ortseingang führen zwei Entwässerungsgräben, einer von Norden und einer von Westen, zu einem Einlaufschacht, der an das bestehende Kanalnetz von Gutendorf angebunden ist. Bei dem Einlauf handelt es sich um einen DN 300 Schacht mit Gullideckel. Die Kanalisation startet an dieser Stelle und führt entlang der L2155 durch die Ortslage. Der Rohrdurchmesser des Kanalsystems beträgt zu Beginn 300 mm und weitet sich über die Strecke bis auf 800 mm auf. Schmutzwasser- sowie Regenwasserleitungen führen aus den Privatgrundstücken und der Straßenentwässerung in das Kanalnetz.

Am Ortsausgang Richtung Bad Berka bildet die Kreuzung von L2155 und der Straße „An der Salzstraße“ (Tiefengrubener Str.) den entscheidenden Bereich des Vorhabens. Direkt daneben befindet sich ein etwa 1000 m² großes und etwa 1,0 m tiefes Becken, das über einen ca. 1,35 m breiten Kastendurchlass inkl. Gitterrostabdeckung mit dem Hungerbachgraben verbunden ist. Der Kastendurchlass unterquert den südlichen Teil der Straße „An der Salzstraße“.

Nördlich der Kreuzung führt ein Entwässerungsgraben parallel zur „An der Salzstraße“ Richtung L2155. Dieser führt in ein Betonrohr, das den Durchlass unter einem landwirtschaftlichen Weg darstellt. Auf das Betonrohr folgt erneut ein Graben, der parallel zur L2155 verläuft und nach etwa 50 m über ein DN 600 Rohrdurchlass mit dem Hungergraben verbunden ist.

Rund um die Ortslage Gutendorf befinden sich Ackerflächen, die abschießend Richtung Gutendorf gerichtet sind. Nördlich befindet sich innerhalb dieser Ackerflächen ein weiterer Entwässerungsgraben.

2.4 Schutzgebiete

Im Bereich der vorgesehenen Maßnahmen zum Hochwasserschutz Hungerbach sowie im direkten Umfeld befinden sich Schutzgebiete/-kategorien gemäß Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) (vgl. Anlage_B-1.3) [8]. Dazu zählen:

- das Landschaftsschutzgebiet (LSG) Ilmtal von Oettern bis Kranichfeld,
- mehrere gesetzlich geschützte Biotop gemäß § 18 Thüringer Naturschutzgesetz (ThürNatG)/ § 30 BNatSchG (u.a. lineare Streuobst-Baumreihen, z.T. heckenartig verbuscht, schmaler Graben mit Flutschwaden, Streuobstbestände, extensiv genutzte Grünländer) sowie
- Baum - Naturdenkmal (AP1006 - Zwei Linden) [9].

Weiterhin werden in Teilbereichen die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Maßnahmen des Naturschutzes gefördert.

KULAP:

G2 - G5 – Biotopgrünland

A 424 – Ackerrandstreifen

Im weiteren Umfeld befinden sich mehrere Schutzgebiete gemäß BNatSchG; eine Betroffenheit durch die vorgesehenen Maßnahmen ist nach derzeitigem Planungsstand nicht abzusehen.

nordwestlich: FFH-Gebiet Klosterholz DE 5033-303 (ca. 500 m Entfernung)

östlich: Naturschutzgebiet (NSG) Diebskammer (ca. 800 m Entfernung)

2.5 Altlasten

Ein Gutachten über Altlasten liegt nicht vor.

2.6 Hydrologie

Im Zuge des der Vorplanung vorausgehenden Gutachtens (Leistungsteil I) wurde über eine Niederschlags-Abfluss-Modellierung ein hydrologischer Längsschnitt für den Hungerbach entwickelt. Sowohl die Größe des Einzugsgebietes als auch der Hochwasserscheitelabfluss $HQ_{(T)}$

für die Wiederkehrintervalle $T = 2, 5, 10, 20, 50$ und 100 Jahre wurden betrachtet. In **Tabelle 1** sind diese Werte für den Hungerbach mit Bezug auf Gutendorf zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 1: Hydrologischer Längsschnitt Hungerbach (Bezug Gutendorf)

Fließgewässer- querschnitt	Hochwasserscheitelabflusswerte $HQ_{(T)}$ [m³/s]								
	A_E [km²]	T=2a	T=5a	T=10a	T=20a	T=25a	T=50a	T=100a	HW 2014
Hungerbach									
Oberhalb Ortslage Gutendorf	0,50	0,33	0,57	0,77	0,99	1,06	1,30	1,55	1,78
Ortslage Gutendorf	0,81	0,56	0,93	1,25	1,60	1,71	2,09	2,48	2,86
Unterhalb Ortslage Gutendorf	1,64	0,97	1,63	2,19	2,82	3,02	3,70	4,41	4,87

2.7 Hydraulik

Die Ergebnisse der hydraulischen 2D-Berechnungen für die Bemessungsabflüsse HQ_{100} , HQ_{50} , HQ_{20} sowie HQ_5 im Ist-Zustand bildeten die Grundlage für die Maßnahmenfindung zur Verbesserung der bestehenden Hochwassersituation sowie für die Dimensionierung der zu planenden Maßnahmen. Für die Maßnahmen der entwickelten Vorzugslösung erfolgte, ebenfalls bezogen auf die genannten Bemessungsabflüsse, ein hydraulischer Nachweis (Plan-Zustand).

Die hydraulischen Berechnungen für den Hungerbach zwischen der Mündung in den Schleusengraben in Bad Berka und oberhalb der Ortslage Gutendorf erfolgten mit dem Programm HYDRO_AS-2D in der Version 2.2. Für die Modellvorbereitung (Ist-/Plan-Zustand) und Modellauswertung wurden das daran gekoppelte Programm SMS genutzt. Für die Vorlandnetzgenerierung wurde das Programm LASER_AS-2D verwendet.

Eine ausführliche Beschreibung zur Ermittlung der Berechnungsergebnisse bezüglich

- Funktionsweise des 2D-HN-Modells (theoretische Grundlagen)
- verwendeter Datengrundlagen
- Modellerstellung (Ist-/Plan-Zustand)
 - Flussschlauch
 - Vorländer
 - Abbildung gebietsspezifischer Feinheiten, wie Einfriedungen (Mauern, Tore), Einfahrten, Gebäudekanten, etc.)
 - Rauheitsverteilung
 - geplanter Maßnahmen
- allgemeiner Vorgehensweise bei den Berechnungen

ist dem **Leistungsteil I – „Wasserwirtschaftliche Konzeption“** zu entnehmen.

Im Folgenden erfolgt lediglich eine kurze Zusammenfassung der hydraulischen Wirkung der geplanten Maßnahmen der Vorzugslösung auf die Strömungssituation in der Ortslage Gutendorf. Für den Modell-Plan-Zustand wurden die Maßnahmen der Vorzugslösung, u.a.

- der vorgesehene Entlastungskanal parallel zur L2155
- der geplante Neubau des Kastendurchlasses „An der Salzstraße“
- der geplante Graben mit Verwallung südlich von Gutendorf (Tautendorfer Str.)
- weitere Durchlässe sowie Ausbau des aus dem Norden kommenden Graben
- Verwallung am Ortseingang bei dem geplanten Sandfang

modelltechnisch implementiert.

Zur Verbesserung der Abflusssituation am Ortsausgang in Richtung Bad Berka wurde ein neuer Kastendurchlass „An der Salzstraße“ geplant. In Kombination mit dem geplanten Entlastungsgraben entlang der L2155 im Unterdorf konnte eine verbesserte Abflussführung nachgewiesen werden. Allerdings begrenzt sich diese Wirksamkeit auf einen lokalen Abschnitt im Unterdorf.

Die Berechnungsergebnisse zeigten auch, dass anteilig flächenbezogene Zuflüsse südlich von Gutendorf durch den geplanten Graben mit seitlicher Verwallung gefasst und schadlos abgeführt werden können. Durch die Einleitung der gefassten Abflussmengen erst unterhalb der Kläranlage kann zusätzlich eine Entspannung der bestehenden Rückstauproblematik im Unterdorf erreicht werden.

Eine ausführliche Ergebnisaus- und -bewertung mit Darstellung der Überschwemmungsflächen und sich einstellender Wassertiefen sowie detaillierter Wasserstände an den Maßnahmenstandorten für die betrachteten Hochwasserereignisse $H_{Q(T)}$ ist ebenfalls dem **Leistungsteil I – „Wasserwirtschaftliche Konzeption“** zu entnehmen. Hierbei handelt es sich um die Variante 3, die noch nicht eine Überarbeitung im Zuge der Objektplanung unterlag (siehe Kapitel 1 [10]). In Kapitel 3.5 werden die Ergebnisse zu Wassertiefen sowie Überschwemmungsflächen von Variante 3a aufgegriffen.

2.8 Standortverhältnisse

2.8.1 Morphologische Verhältnisse

Der Hungerbach ist dem Fließgewässertyp 5.1 „silikatisch Feinmaterial“ zuzuordnen. Gewässer des Typs 5 können je nach Talart als gestreckt, gewunden oder schwach mäandrierend vorkommen. Sand und Kies zeichnen die Gewässersohle aus; lokal können auch Steine auftreten. Die Abfolge von Schnellen und Stillen erfolgt relativ kleinräumig. Das Bachbett ist flach und lokal und es kommt zur Ausbildung von kiesigen oder sandigen Uferbänken.

2.8.2 Bodenarten und -typen

Anhand Abbildung 3 ist zu erkennen, dass es sich bei den Bodentypen im Plangebiet vor allem um lehmige und tonige Böden handelt [1].

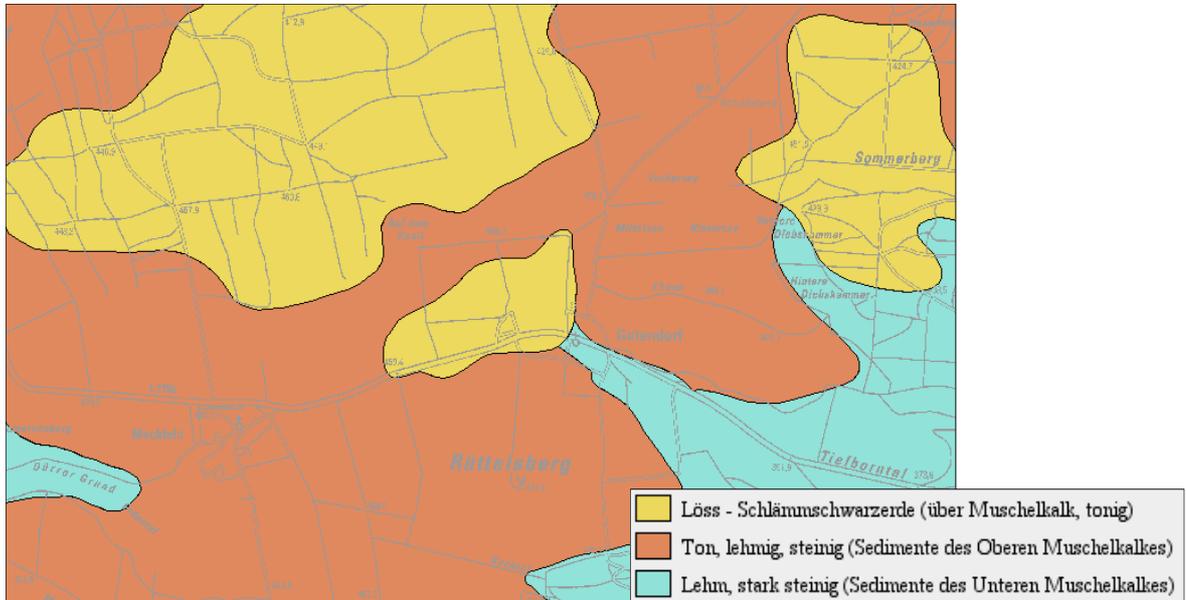


Abbildung 2: Bodengeologische Karte um Plangebiet

2.8.3 Flächennutzung

In Abbildung 4 ist die Flächennutzung rund um das Plangebiet dargestellt. Es ist zu erkennen, dass um die Stadt Gutendorf vor allem Ackerflächen liegen (vgl. Anlage B-1.2).

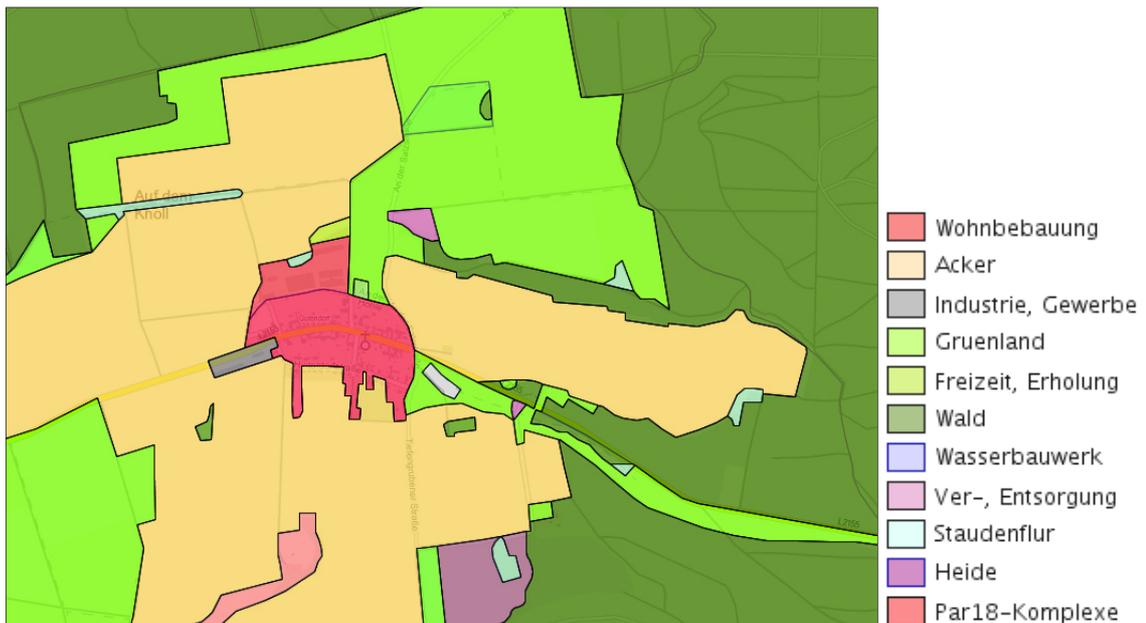


Abbildung 3: Flächennutzung im Plangebiet

2.8.4 Geotechnische Verhältnisse

Ein geotechnisches Gutachten liegt nicht vor.

2.8.5 Kampfmittel

Ein Gutachten über Kampfmittel liegt nicht vor.

3 Planung

3.1 Planungsgrundlagen

3.1.1 Terrestrische Geländevermessung

Die terrestrische Querprofilvermessung (Gerinne- und Bauwerksprofile) entlang des Hungerbaches wurde durch den Nachauftragnehmer *Vermessungsbüro Suhl* aus Suhl [4] im Zeitraum März - Mai 2016 durchgeführt.

Die Querprofilaufnahme entlang des Hungerbaches erfolgte vom Einlaufbauwerk in den unterirdisch geführten Gewässerlaufabschnitt (Fl.-km 0+427.1) in Bad Berka bis oberhalb der Ortslage Gutendorf (Fl.-km 7+704.9) auf einer Gesamtlänge von rund 7,3 km. Insgesamt sind entlang des zu betrachtenden Gewässerabschnittes 94 Querprofile, davon 28 Querbauwerke, wie Brücken, Durchlässe, Sohlabstürze, etc., vermessen worden.

Als mittlerer Profilabstand für die Vermessung am Hungerbach wurde vorgegeben:

- innerhalb Ortslagen ca. 50 m
- außerhalb der Ortslagen
 - bei offenem Gewässerlauf ca. 100 m
 - bei nicht sichtbarem Gewässerlauf ca. 250 m.

Für sämtliche Gewässerquerprofile wurden entsprechend den Gerinnebreiten im Profil zu meist drei bis fünf Sohlenpunkte (Standortbezogen auch mehr) vermessen. Gleichzeitig mit der Sohlenvermessung sind beidseitig die Wasserspiegelhöhe, die Grabenböschungen sowie die linke und rechte Böschungsoberkante aufgenommen worden. Das Vorland wurde im Durchschnitt 10 m von der Böschungsoberkante oder vorhandener Ufermauer vermessen. An einigen Stellen ist aufgrund der topografischen Verhältnisse auch ein längerer, bzw. bei sich direkt anschließendem stark ansteigenden Gelände oder bei Bebauung und erschwerter Zuwegung auch ein kürzerer Vorlandabschnitt aufgenommen worden.

Sonderprofile (Brücken, Durchlässe) markieren in der Regel Engstellen im Gewässer. An diesen Profilen sind die wichtigsten abflussbegrenzenden Konturen (Brückenober-/unterkante, ggf. Pfeiler, usw.) erfasst worden. Das Bauwerksprofil selbst wurde an der Oberstromseite

vermessen. Zugehörig zum Brückenprofil ist die Bauwerkslänge in Fließrichtung vermessen worden.

In *Tabelle 2* ist basierend auf den Vermessungsdaten die Anzahl an Querprofilen und Querbauwerken für das Gewässer aufgeführt.

Tabelle 2: Anzahl Querprofile und Bauwerke gemäß Vermessung

Datengrundlage	Anzahl im Gewässersystem Hungerbach [Stck.]
Querprofile	66
Querbauwerke	28
<i>Brücken, Stege,</i>	<i>10</i>
<i>Verdolung, lange Verrohrung</i>	<i>1</i>
<i>Rohrdurchlässe</i>	<i>15</i>
<i>Wehre, Stauwehre, Schütze</i>	<i>-</i>
<i>Sohl Absturz, Sohlschwelle, Sohlgleite, Sohlrampe</i>	<i>2</i>
<i>Furt</i>	<i>-</i>

Zusätzlich zur Querprofilaufnahme erfolgte je nach Erfordernis eine Einzelmesspunktaufnahme, z.B. der Gewässerachse oder von längsbegleitenden Konturen:

- zwischen den Querprofilstandorten bei stark abknickendem Gewässerverlauf,
- am Beginn/Ende, z.B. einer Ufermauer oder bei abknickendem Mauerverlauf.

Alle Aufnahmepunkte wurden in UTM-Koordinaten im Lagestatus 489/ETRS89 übergeben. Für die weitere Bearbeitung wurden die Koordinaten in das Format „Gauss-Krüger PD 83, 4. Meridianstreifen“ transformiert.

Die Höhenauswertung der Vermessung erfolgte bezogen auf das System des Deutschen Haupthöhennetzes DHHN 92, Höhenstatus 160, mit dem Höhenbezug **NHN**.

Für sämtliche Querprofile ist beginnend von der Mündung in den SchleuBengraben (Fl.-km 0+000) stromaufwärts bis zum oberen Ende des Untersuchungsabschnittes eine Gewässerlaufstationierung erstellt worden.

Sämtliche Messpunkte eines Querprofils sind auf eine Querprofilspur projiziert im ASCII-Format (Stationierung, x-, y- und z-Koordinaten, Punktkennung) zusammengestellt worden. Vom Vermessungsabschnitt wurde ein Lageplan im dxf-Format mit Darstellung aller Messpunkte (Höheninformation georeferenziert) inkl. Bruchkanten der Böschungen und Bauwerkskonturen (z.B. Brückenwiderlager) als 3D-Linien erstellt.

Weiterhin sind von allen Querbauwerken Zeichnungen sowie eine Fotodokumentation von allen Querprofilstandorten angefertigt worden.

Als Planungsgrundlage ist die vorliegende Vermessung weitestgehend zu grobmaschig, undetailliert sowie lückenhaft. Beispielsweise gibt es zu dem Bereich, in dem die südlichen Maßnahmen geplant sind, keinerlei Vermessungsdaten.

Die lückenhaften Vermessungsdaten für die Vorplanung sind darauf zurückzuführen, dass die Vermessung ursprünglich für die Erstellung des 2D-Berechnungsnetzes durchgeführt wurde.

3.1.2 Geotechnik

Ein geotechnisches Gutachten liegt nicht vor.

3.2 Umfang des Vorhabens

Im Rahmen des Leistungsteils I wurde bereits eine Vorzugsvariante zum Hochwasserschutz entwickelt, die im zweiten Leistungsteil überarbeitet wurde und detaillierter geplant werden soll. Die Maßnahmen um die Ortslage Gutendorf sind nicht an einer, sondern an mehreren Stellen geplant. Um im Folgenden einen besseren Überblick über die zahlreichen Maßnahmen zu behalten, werden sie in vier Bereiche unterteilt. In Abbildung 4 sind die vier Bereiche und die darin liegenden Maßnahmen aus Leistungsteil I dargestellt. In Anlage B-1.6 sind die Maßnahmen der Vorzugslösung detaillierter dargestellt.

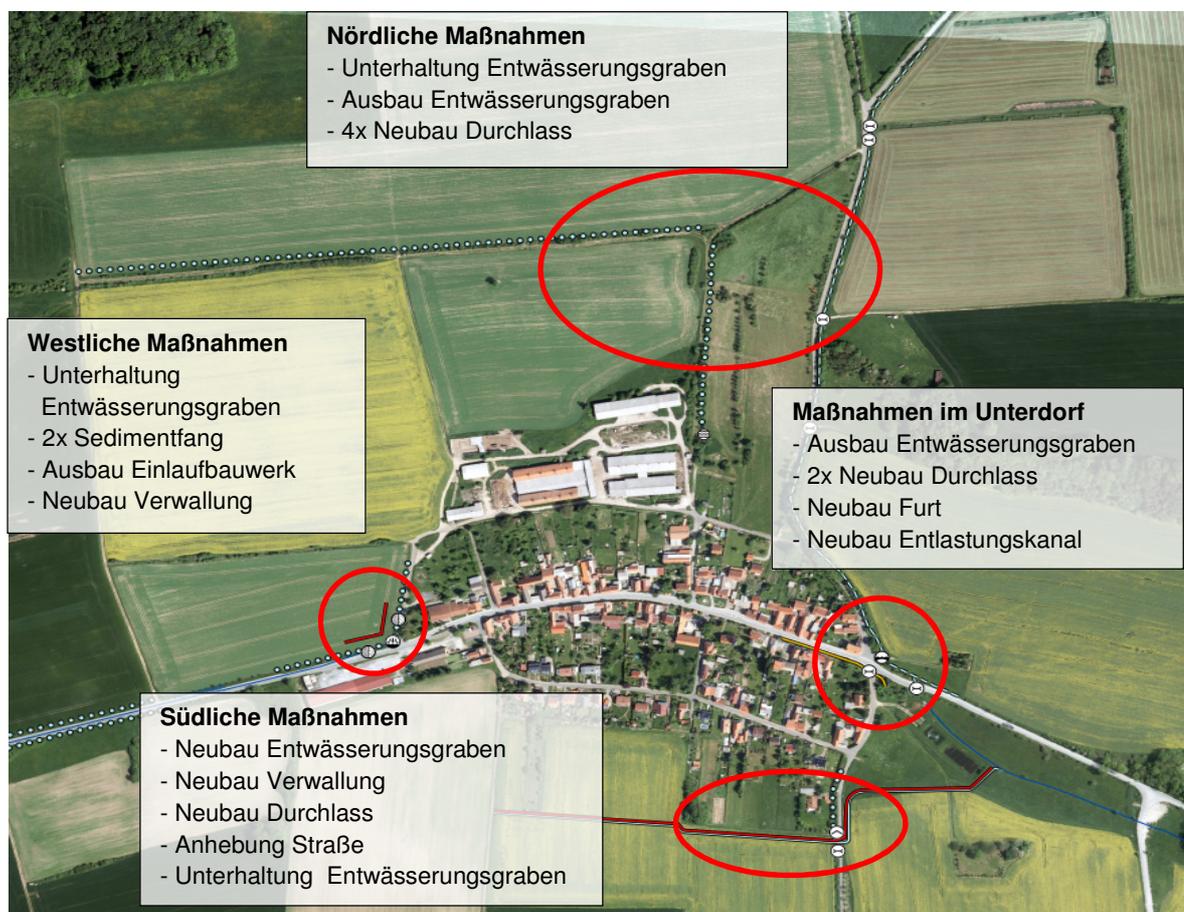


Abbildung 4: Einteilung der Maßnahmenbereiche

3.2.1 Westliche Maßnahmen

Im westlichen Maßnahmenbereich sollen laut Variante 3a die Unterhaltung von zwei Entwässerungsgräben, der Bau von zwei Geröll-/Sandfängen, eine Verwallung sowie das Einlaufbauwerk umgesetzt werden.

Oberhalb der Ortslage Gutendorf fließen beidseitig der Landesstraße L2155 Entwässerungs- bzw. Straßengräben in Richtung Ortslage. Das Grabensystem besitzt am oberen Ortsrand über einen Grabeneinlauf Anschluss an das innerörtliche Kanalnetz (DN300).

Statt dem schlichten Einlauf mit Gullideckel soll ein geeignetes Einlaufbauwerk zur Gewässereinleitung in die Kanalisation genutzt werden. Dem Einlaufbauwerk soll in beiden Zulaufgräben jeweils ein Sand-/Geröllfang vorgeschaltet werden, damit sich einerseits der Zulauf im Hochwasserfall nicht sofort zusetzt und andererseits der Schlamm nach dem Regenereignis leichter entfernt werden kann. Eine Verwallung soll als Schutz für den Sandfang wirken, indem Wasser und Geschiebe von den Ackerflächen zurückhalten werden.

Alternativ zu der Verwallung auf der Ackerfläche ist in weiteren Planungsphasen zu prüfen, ob eine Wand zwischen Sedimentfang und Straße einen wirksamen Hochwasserrückhalteraum erzeugen kann.

Außerdem sollen im Zuge der Maßnahmenumsetzung und in darauf folgenden regelmäßigen Abständen die Entwässerungsgräben saniert und unterhalten werden, um wieder voll funktionsfähig arbeiten zu können.

3.2.2 Südliche Maßnahmen

Die südlichen Maßnahmen beinhalten den Neubau eines Entwässerungsgrabens mit Verwallung, den Bau eines Durchlasses, die Anhebung der Straße sowie die Unterhaltung des neuen und eines vorhandenen Entwässerungsgrabens.

Die Ackerflächen südlich von Gutendorf werden größtenteils über landwirtschaftliche Wege sowie private Grundstücke innerorts entwässert, da das Niederschlagswasser einerseits ungehindert Richtung Siedlungsgebiet abfließen kann und andererseits die Leistung des vorhandenen Entwässerungsgrabens, der parallel zur Straße „An der Salzstraße“ (Tiefengrubener Straße), verläuft, nicht ausreicht. Aus diesem Grund soll ein Entwässerungsgraben mit Verwallung entstehen, der das Ackerland von den privaten Grundstücken trennt. Dadurch wird das Niederschlagswasser von der Siedlung weg Richtung Hungerbachgraben geleitet. Da der neue Graben jedoch durch die Straße „An der Salzstraße“ verlaufen würde, ist hier ein Durchlass geplant. Um die Straße trotz Verwallung befahrbar zu gestalten, gilt es, die Straße auf Höhe des Walles anzuheben. Außerdem soll der vorhandene Entwässerungsgraben regelmäßig unterhalten werden, um eine Teilmenge des Niederschlagswassers abführen zu können.

3.2.3 Maßnahmen Unterdorf

Im Unterdorf sind die meisten Maßnahmen geplant. Variante 3a sieht vor, einen neuen Entlastungskanal zu bauen, der durch einen neuen Kastendurchlass, der durch die Straße „An der Salzstraße“ führt und somit mit dem Hungerbachgraben verbunden ist. Weiterhin ist der Bau einer Furt, ein Kastendurchlass durch die L2155 sowie der Ausbau eines bestehenden Entwässerungsgrabens geplant. Die in Leistungsteil I beschriebene Straßenabsenkung der L2155 (M27) wird im Weiteren nicht behandelt, da zum Zeitpunkt der Vorplanung keine ausreichenden Informationen zu einer potentiell möglichen Anpassung zur Verfügung standen.

Im Unterdorf werden im Hochwasserfall sämtliche Grundstücke überflutet, da die leicht erhöhte Straße L2155 wie ein Damm wirkt und das Wasser somit aufstaut. Ein bereits vorhandener Durchlass ist für Starkregenereignisse mit mittlerer und selten Wiederkehrwahrscheinlich zu leistungsschwach bemessen, sodass das Hochwasser innerorts nicht schnell genug abgeführt werden kann. Zudem findet die Entwässerung in der Ortslage hauptsächlich über die Hauptstraße statt.

Um das Wasser schneller aus der Ortslage abführen zu können, sind hier einige Maßnahmen zur Entwässerung geplant. Der Überflutung der Hauptstraße innerorts soll mit einem parallel zu ihr verlaufenden Entwässerungskanal entgegengewirkt werden. Dieser soll das Wasser durch einen neuen Kastendurchlass in den Hungerbachgraben leiten.

Damit das von Norden kommende Wasser besser abgeführt werden, ist der Ausbau des vorhandenen Entwässerungsgrabens vorgesehen. Der landwirtschaftliche Weg nördlich der L2155 soll mittels Furt überfahrbar gestaltet werden und die Straße L2155 wird durch einen neuen Kastendurchlass unterquert, um das Wasser in den Hungerbachgraben zu leiten können.

3.2.4 Nördliche Maßnahmen

Nördlich von Gutendorf ist der Ausbau des bestehenden von Norden kommenden Entwässerungsgrabens sowie der Bau von vier Durchlässen vorgesehen. Außerdem ist die regelmäßige Unterhaltung des vorhandenen Entwässerungsgrabens, der nördlich von Westen nach Osten führt geplant.

3.3 Konstruktive Gestaltung

3.3.1 Westliche Maßnahmen

Dem Einlauf in die Kanalisation ist in beiden zulaufenden Gräben ein Sedimentfang vorzuschalten. Eine Draufsicht sowie ein Längs- und Querschnitt der Sedimentfänge ist den Anlagen B-2.1 und B-3.1 zu entnehmen.

Die beiden Kammern des Sedimentfanges haben einen trapezförmigen Querschnitt, damit sich die Entnahme der Sedimente mittels Bagger leichter durchführen lässt. Die Maße einer Kammer sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Maße einer Sandfangkammer

Außenmaße		Innenmaße		Überfallschwelle (trapezform)	
Länge	4,50 m	Breite Sohle	1,50 m	Breite unten	1,00 m
Breite	3,50 m	lichte Breite OK	3,00 m	Breite oben	2,00 m
Höhe	1,25 m	Länge	4,00 m	Höhe	0,25 m
		Höhe	1,00 m	Kantenneigung	1:2
		Wandneigung	1:1		

Aus den in Tabelle 3 angegebenen Maßen lässt sich ein aufnehmbares Volumen von ca. 6,75 m³ (Sohle bis Überfallschwelle) je Kammer errechnen. Da in jedem zulaufenden Graben eine Kammer geplant ist, ergibt sich ein gesamtes Volumen von 13,50 m³. Beide Kammern werden in einem Winkel von 133° zueinander aufgestellt und über eine dreieckige Einlaufkammer miteinander verbunden. In der Einlaufkammer sorgt ein trichterförmiger Aufbau dafür, dass sich möglichst wenig Schlamm ablagern kann.

Eine Verwallung in der nordwestlich gelegenen Ackerfläche verhindert das seitliche Einströmen in den Sedimentfang. Sie hat eine Höhe von 1,0 m und eine Kronenbreite von 1,0 m. Bei einer Böschungsneigung von 1:2 ergibt sich eine Gesamtbreite von 5,0 m. Die Verwallung wird parallel zum Rand der Ackerfläche angelegt und weist eine Länge von 20 m auf.

Eine Wand zwischen Sedimentfang und Straße stellt eine Alternativvariante zur Verwallung auf der Ackerfläche dar. Mit einer Höhe von 1,0 m über Bestands-GOK ist ein möglicher Rückhalt des Hochwassers gegeben. Mögliche Ausführungsvarianten sind Winkelstützen oder Gabionen. Aufgrund beengter Platzverhältnisse würde in dieser Variante der Sedimentfang leicht Richtung Ackerfläche verlegt werden. Die Wand ist in den Anlagen B-2.1 und B-3.1 als Variante B gekennzeichnet. Inwieweit Variante B einen wirksamen Hochwasserrückhalteraum schaffen kann und ob sie wirtschaftlicher ist, als die Variante „Verwallung“ gilt es in weiteren Planungsphasen zu prüfen.

In Abbildung 5 ist eine Darstellung des Sedimentfangs vor Ort dargestellt. Hierbei handelt es sich nicht um ein maßstabsgetreues Abbild, sondern lediglich um eine Handskizze, die eine mögliche Ausführung veranschaulichen soll.

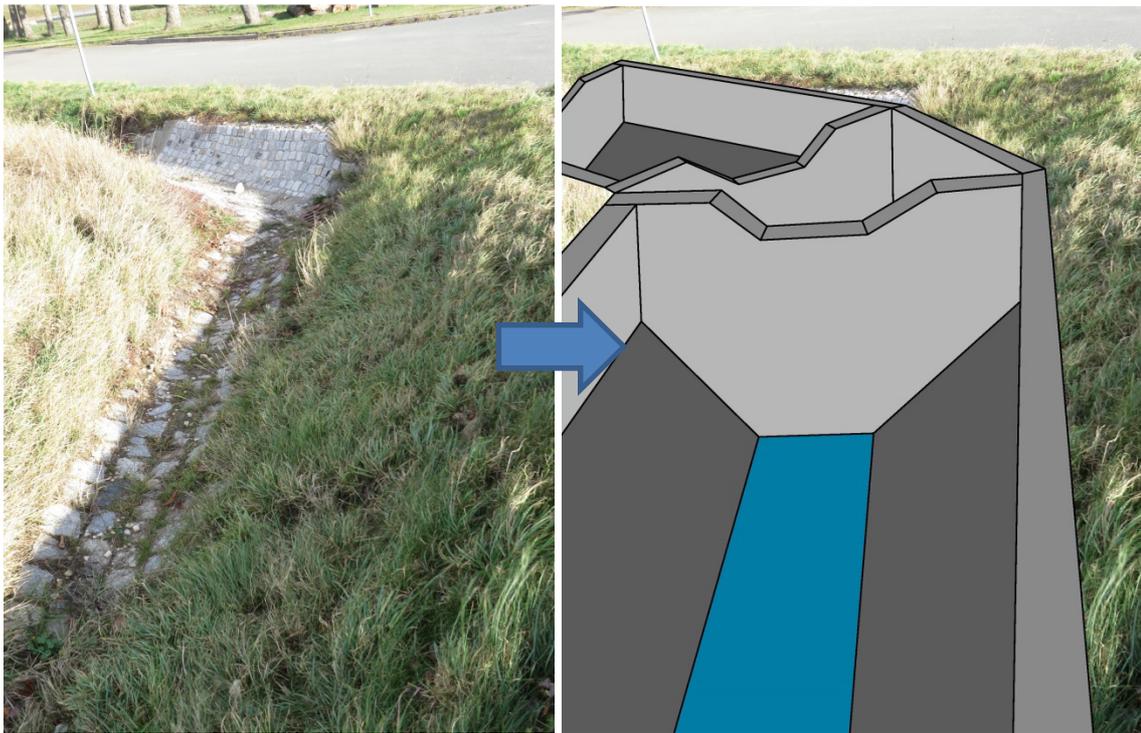


Abbildung 5: Skizze Sandfang

Die Gräben links und rechtsseitig der Straße L2155 werden über eine Strecke von etwa 450 m regelmäßig unterhalten. Das gilt auch für den Graben linksseitig (in Fließrichtung) der Straße „An der Hohle“, wobei es hier etwa 230 m sind. Dies beinhaltet eine Entfernung möglichen festen Eintrags, wie beispielsweise Sedimente, Geröll, Äste, Laub oder naturfremde Objekte, sodass auf der gesamten Strecke der volle Querschnitt durchflossen werden kann. Unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte ist diese Räumung alle fünf Jahre durchzuführen, mit Ausnahme von Hochwassereignissen. Zudem gilt es einmal jährlich eine Böschungsmahd durchzuführen. Günstigster Zeitpunkt für die Unterhaltung ist unter Betrachtung der Flora und Fauna im September und Oktober.

3.3.2 Südliche Maßnahmen

Der Neubau des Grabens mit dazugehöriger Verwallung erstreckt sich über eine Länge von etwa 625 m. In Anlage B-2 sind die Verläufe des Grabens und des Walles in einem Lageplan dargestellt. *Abbildung 6* zeigt den Querschnitt. Der Graben hat eine maximal durchflossene Querschnittsfläche von 1,50 m². Ob die Standsicherheit bei einer Böschungsneigung von 1:1 gewährleistet werden kann, gilt es mit Hilfe von Informationen zur Bodenbeschaffenheit in den folgenden Planungsphasen nachzuweisen. Da jedoch das Ziel ist, eine Gesamtbreite des Grabens inklusive Verwallung von 5,0 m zu realisieren, wurde eine vergleichsweise steile Böschung gewählt. Die Stabilitätsnachweise sind sowohl für den Graben, als auch für die Verwallung zu erbringen.

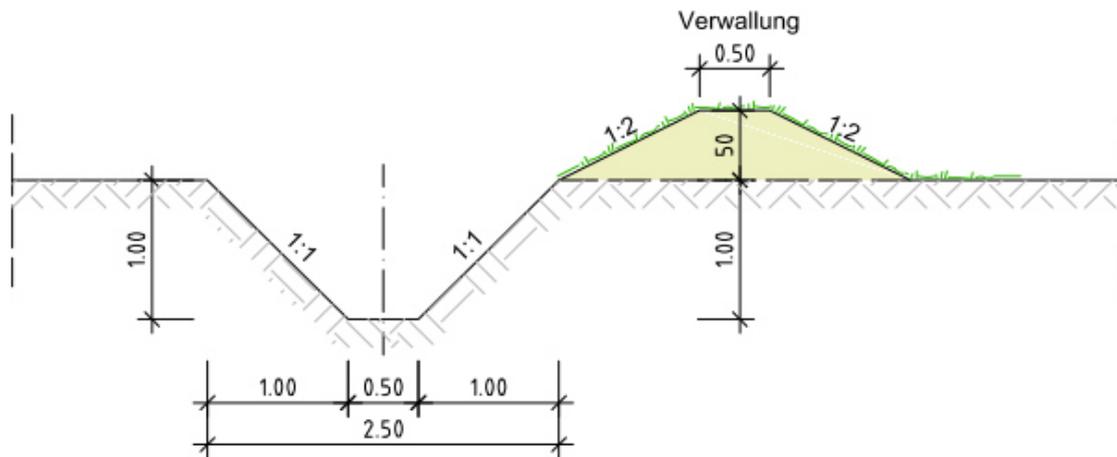


Abbildung 6: Durchschnittlicher Regel-Querschnitt Neubau Entwässerungsgraben

Im Bereich, in dem der Entwässerungsgraben sowie der Wall die Straße „An der Salzstraße“ („Tiefengrubener Str.“) kreuzt gilt es, die Straße anzuheben, um sie über die Verwallung zu führen. Laut DGM ist die Distanz zwischen geplantem Wall (oberes Ende Planfeld) und der Straße L2155 (unteres Ende) etwa 200 m. Über diese Strecke hat die Straße eine Neigung von etwa 2 %.

Um einen möglichst geringen Teil der Straße anheben zu müssen, ist die Neigung des angehobenen Streckenabschnittes hinter dem Wall (bergab) möglichst hoch zu wählen (Konstruktionsvorschlag: 10 %). Zudem sind die Verbindungen zwischen bestehenden Straßenabschnitten und Planungsabschnitt mittels Wannen und Kuppen nach dem Regelwerk „Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)“ zu bemessen. Auch den Teil der geplanten Straße vor dem Wall (bergauf) gilt es an den Bestand normgerecht anzubinden.

Die Unterquerung des geplanten Grabens durch die Straße soll durch einen Durchlass gewährleistet werden. Dieser kann als Wellstahlbauwerk, Betonrohr oder Kastendurchlass gestaltet werden, deren Querschnittsfläche die des Grabens nicht unterschreiten darf, um eine Drosselwirkung zu vermeiden. Bei einem Betonrohr würde das einem Durchmesser von 1,5 m entsprechen. Da zwischen der Sohle des Grabens und der OK der angehobenen Straße ein Höhenunterschied von ca. 1,5 m herrscht, scheidet diese Möglichkeit unter der Berücksichtigung des Straßenaufbaus aus. Auch ein Wellstahlbauwerk (ZTV-ING Teil 9), beispielsweise mit Maulprofil, das eine Querschnittsfläche von mindestens 1,5 m² aufweisen muss, beansprucht eine Höhe, die, wenn man den Straßenaufbau berücksichtigt, nicht zur Verfügung steht. Somit sollte hier ein Kastendurchlass mit Gitterrostabdeckung gewählt werden. Die lichte Breite des Kastendurchlasses beträgt 1,30 m und die lichte Höhe 1,45 m. Daraus ergibt sich ein Querschnitt von ca. 1,9 m², der höher ist, als die benötigten 1,5 m². Ein Querschnitt sowie eine Draufsicht dieses Bauwerks sind in den Anlagen B-2.2 und B-3.2 dargestellt.

Neben der Maßnahme des Baus eines neuen Grabens mit Verwallung ist die regelmäßige Unterhaltung des vorhandenen Entwässerungsgrabens über eine Strecke von etwa 100 m vorgesehen. Dieser verläuft linksseitig an der Salzstraße (Tiefengrubener Straße) bergab gesehen. Dies beinhaltet eine Entfernung möglichen festen Eintrags, wie beispielsweise Sedimente, Geröll, Äste, Laub oder naturfremde Objekte, sodass auf der gesamten Strecke der volle Querschnitt durchflossen werden kann. Unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte ist diese Räumung alle fünf Jahre durchzuführen, mit Ausnahme von Hochwasserereignissen. Zudem gilt es einmal jährlich eine Böschungsmahd durchzuführen. Günstigster Zeitpunkt für die Unterhaltung ist unter Betrachtung der Flora und Fauna im September und Oktober. Im Zuge der Grabenunterhaltung wird zukünftig auch der neue Graben regelmäßig unterhalten werden müssen.

3.3.3 Maßnahmen Unterdorf

Eine detaillierte Darstellung der Maßnahmen im Unterdorf ist Anlage B-2.3 und B-3.3a zu entnehmen.

Der Neubau des innerörtlichen Kanals erstreckt sich über eine Länge von etwa 110 m. Die 60 m, die durch die Bebauung führen, werden in einem Betontrog mit kombinierten Rechteck-Trapezprofil ausgeführt. Die bestehenden Hauseinfahrten werden nach Bau des Grabens mittels Stahlbetonplatten wiederhergestellt. Ein schematisches Abbild des Kanals in Betontrogbauweise sowie die Maße dazu sind in *Abbildung 7* dargestellt. Es ergibt sich eine Querschnittsfläche von etwa 2,0 m².

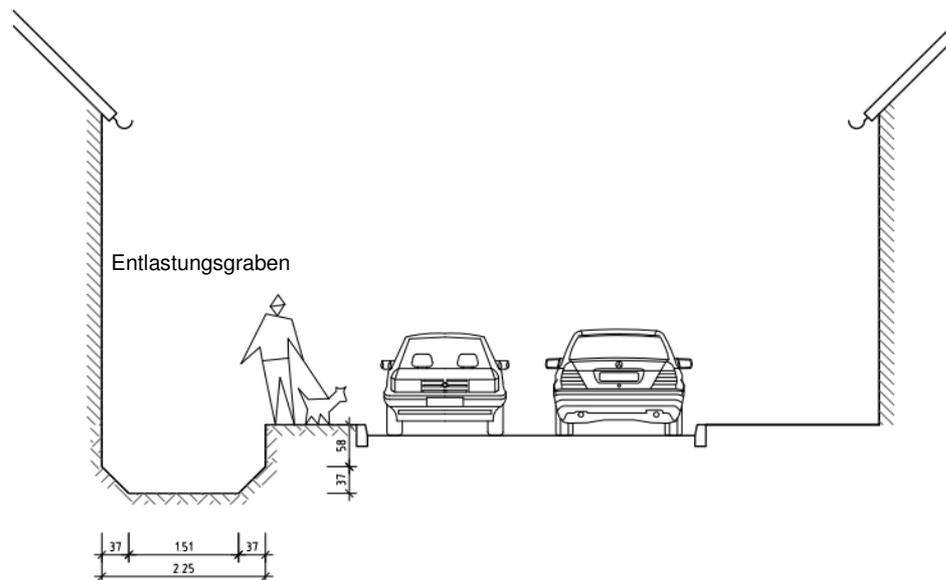


Abbildung 7: Anordnung Entlastungsgraben (Durchschnittsgröße) im Straßenraum L2155 in Gutendorf

Die Position der Abwasserleitung, die über den Anlagenservice der Stadtwerke Jena zur Verfügung gestellt und in Schnitt E - E (Anlage B-3.3a) abgebildet wurde, ist in den weiteren Planungsphasen genauer zu überprüfen.

Die ca. 35 m des Grabens zwischen Bebauung und geplantem Kastendurchlass, werden rechtsseitig (in Fließrichtung) mittels natürlicher Böschung mit einer Neigung von 1:3 begrenzt. Linksseitig ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse zur Straße Gutendorfer Straße (L2155) keine natürliche Böschung möglich. Eine Möglichkeit die Straße zu stützen und das Gewässer zu begrenzen sind Winkelstützen mit T- oder L-Profil. Die Standsicherheit der Winkelstützen sowie die Stabilität der Straße ist in den weiteren Planungsphasen zu prüfen. Aufgrund des geringen Wasserdargebotes, solange kein Starkregenereignis stattfindet, kann die Sohle aus natürlichem, mit Gras begrüntem Substrat ausgebildet werden.

Dieser rechteck-trapezprofilerte Streckenabschnitt ist skizzenhaft in *Abbildung 8* dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um eine maßstabgetreue Zeichnung handelt, sondern lediglich das geplante Gerinne veranschaulichen soll.

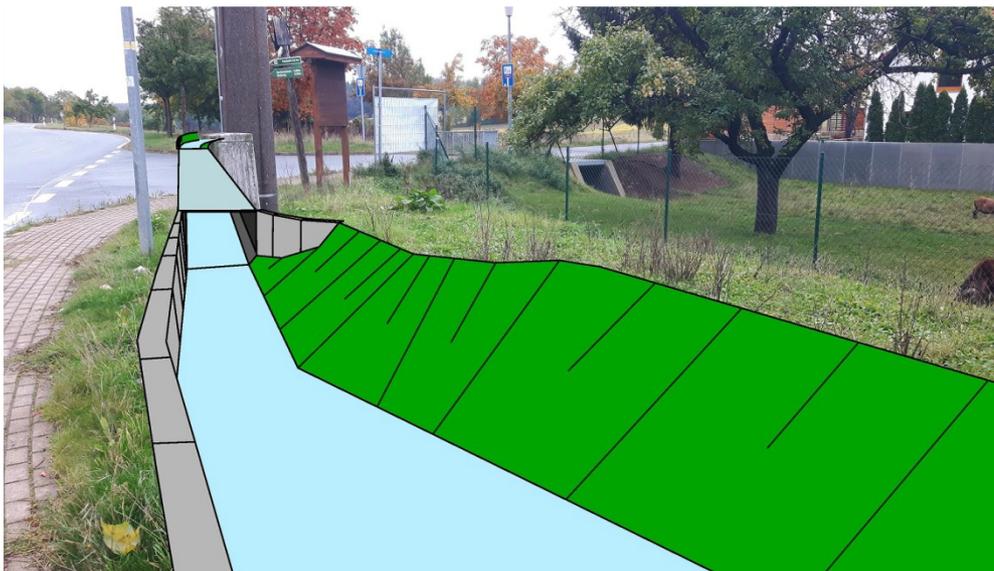


Abbildung 8: Skizze des Entwässerungsgrabens mit Kastendurchlass

Der neue Kastendurchlass mit Gitterrostabdeckung unterquert die Straße „An der Salzstraße“ (Tiefengrubener Str.) und verbindet die beiden Abschnitte des Entwässerungsgrabens innerorts und am Hungerbach. Er weist eine lichte Höhe von etwa 1,5 m auf, eine lichte Breite von 2,25 m und eine Sohlbreite von 1,5 m. Die unteren beiden Kanten werden genau wie beim Entwässerungsgraben in Betontrogbauweise durch Schrägen vermieden, wodurch sich weniger Geschiebe ablagern kann. Somit beträgt die Querschnittsfläche etwa 3,2 m².

Der etwa 15 m lange Grabenabschnitt, der auf den neuen Kastenabschnitt folgt, mündet in den Hungerbachgraben. Er wird, solange eine Abstützung der L2155 benötigt wird, linksseitig (in Fließrichtung) ähnlich wie zuvor mittels Winkelstützen begrenzt. Je mehr sich der neue

Entwässerungsgraben Richtung Hungerbachgraben neigt, desto eher kann statt den Winkelstützen eine natürliche Böschung mit der Neigung 1:3 realisiert werden. Rechtsseitig ist ebenfalls eine natürliche Böschung mit der Neigung 1:3 geplant.

Der von Norden kommende Entwässerungsgraben, dessen Ausbau geplant ist, trifft im Unterdorf auf einen landwirtschaftlichen Weg etwa 10 m nördlich der L2155. Der vorhandene Rohrdurchlass ist zu klein bemessen, um im Hochwasserfall das anströmende Wasser abzuführen. Aus diesem Grund ist dieser zurückzubauen und durch eine Furt zu ersetzen. Der Entwässerungsgraben weist eine Höhe von 0,5 m auf, weshalb auch die Furt mit dieser Höhe geplant wird. Bei einer Fahrbahnlängsneigung von mindestens 1:10 und der Sohlbreite von 4 m ergibt das eine Gesamtlänge von 14 m. Die Sohle der Furt ist mit gesetzten Wasserbausteinen und darunter einem filterstabilen Unterbau auszubilden.

Auf die Furt folgt in Fließrichtung ein weiterer Entwässerungsgraben, der ebenfalls ausgebaut wird. Die Grabensohle wird auf 1,5 m vergrößert und die Böschungen sind dementsprechend mit einer Neigung von 1:1,5 anzupassen. Somit beträgt die durchflossene Fläche bei bordvollem Abfluss etwa 1,13 m³.

Auf den etwa 40 m langen Grabenabschnitt folgt ein Kastendurchlass in geschlossener Bauweise. Dieser unterquert die Straße L2155 und verbindet den nördlichen Entwässerungsgraben mit dem Hungerbachgraben. Er hat die Maße von 1,0 x 1,0 m und somit einen Querschnitt von 1,0 m². Aufgrund des geringen Abstandes zwischen OK des Kastendurchlasses am Einlauf und OK Straße, ist der Durchlass so zu dimensionieren, dass er die Verkehrslast der Straße aufnehmen kann. Als Bemessungsvorschlag kann für die Sohlen-, Wand- und Deckelstärke 0,25 m angenommen werden. Die Tragfähigkeit und Bemessung des Kastendurchlasses ist in den folgenden Planungsphasen nachzuweisen.

Eine genauere Darstellung der Entwässerungsgräben, der Furt sowie der Durchlässe ist in den Anlagen B-2.3 und B-3.3b enthalten.

3.3.4 Nördliche Maßnahmen

Die nördlichen Maßnahmen beinhalten unter anderem den Ausbau des von Norden kommenden Entwässerungsgrabens. Die bestehende Sohle wird von 0,75 m auf 1,5 m aufgeweitet. Die Tiefe von 0,5 m bleibt erhalten, ebenso wie die Böschungsneigung von 1:1,5. Somit beträgt der Abstand zwischen linker und rechter OK 3,0 m und die Querschnittsfläche ca. 1,3 m². Der Ausbau erstreckt sich von der geplanten Furt etwa 800 m nach Norden.

Dabei unterquert der Graben vier Mal landwirtschaftliche Wege. Die bestehenden Rohrdurchlässe sind zurückzubauen und durch Durchlässe zu ersetzen, die einen größeren Querschnitt aufweisen. Eine Möglichkeit sind Kastendurchlässe mit Gitterrostabdeckung, die die gleiche Sohlbreite und lichte Höhe wie der ausgebauter Graben aufweisen.

Den vorhandene Entwässerungsgraben nördlich von Gutendorf, der von West nach Ost führt, gilt es regelmäßig über eine Strecke von etwa 700 m zu unterhalten. Hinzu kommt der daran anschließende Graben (250 m), der südlich Richtung Gutendorf führt. Dies beinhaltet eine Entfernung möglichen festen Eintrags wie beispielsweise Sedimente, Geröll, Äste, Laub oder naturfremde Objekte, sodass auf der gesamten Strecke der volle Querschnitt durchflossen werden kann.

Der 250 m lange von Norden nach Süden führende Entwässerungsgraben wird an das bestehende Rückhaltebecken mittels Verbindungsgraben angeschlossen, sodass im Hochwasserfall das von Norden anströmende Hangwasser zunächst in dem Rückhaltebecken zwischengespeichert werden kann. Der Verbindungsgraben ist ca. 10 m lang und ist lediglich als Eintiefung in die bestehende Erhöhung zwischen Becken und Graben auszuführen.

3.3.5 Theoretische Leistungen der Gräben und Durchlässe

Die Bemessungsgrundlage für die einzelnen Gräben und Durchlässe sind die statistischen Abflusswerte von HQ_{100} . Aufbauend auf dieser Basis und Erfahrungswerten wurden die Maßnahmen zum Hochwasserschutz dimensioniert.

In

Tabelle 4 werden die aufnehmbaren Leistungen der einzelnen Maßnahmen, die der Abführung des Wassers dienen, aufgeführt. Zur Bestimmung der maximalen Durchflüsse wird die Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler sowie das Gesetz zur Kontinuität verwendet. Es wird außerdem von bordvollem Abfluss ausgegangen, da es sich hierbei um die maximal aufnehmbare Wassermenge handelt.

Tabelle 4: Maximale Leistungen von Gräben und Durchlässen

Südliche Maßnahmen		Maßnahmen Unterdorf		Nördliche Maßnahmen	
Entwässerungsgraben	4,70 m ³ /s	Entwässerungsgraben innerorts (Betontrog)	4,3 m ³ /s	Ausgebauter Graben	3,4 m ³ /s
Kastendurchlass	15,7 m ³ /s	Neuer Kastendurchlass	13,5 m ³ /s	Durchlässe	6,5 m ³ /s
		Kastendurchlass Bestand	7,0 m ³ /s		
		Kastendurchlass durch L2155	8,4 m ³ /s		

Es ist ersichtlich, dass die aufnehmbaren Abflüsse der einzelnen Maßnahmen in Summe den abzuführenden Abfluss von HQ_{100} übersteigen, was sich positiv auf stärkere Starkregenereignisse wie beispielsweise das HW2014 auswirkt.

3.4 Kostenschätzung / Kostenvergleich

In Leistungsteil I wurde bereits ein Kostenvergleich der drei verschiedenen Varianten aufgeführt. Im Folgenden (

) liegt deshalb ausschließlich eine Kostenschätzung für die Vorzugslösung Variante 3a vor. Eine Abweichung zu den Kosten aus Leistungsteil I ist auf die durch eine Projektbesprechung resultierenden Ergänzungen zu Variante 3 zurückzuführen. In Anlage A-1 sind die Kosten detailliert aufgeführt.

Tabelle 5: Kostenschätzung der Vorzugslösung

Maßnahme	Leistungsbeschreibung	Gesamtpreis
1	Unterhaltung vorhandener Entwässerungsgräben	96.750,00 €
2	Neubau Durchlassbauwerke und Einlaufbauwerke	35.000,00 €
3	Errichtung von Sedimentfängen vor Einlaufbauwerken im Oberdorf	60.000,00 €
4	Neubau von Entwässerungsgräben	125.000,00 €
5	Verwallung entlang neuer Entwässerungsgräben	158.750,00 €
6	Ausbau vorhandener Entwässerungsgräben	121.500,00 €
7	Errichtung Entlastungskanal innerorts parallel der L 2155	66.000,00 €
8	Neubau Kastendurchlass in geschlossener Bauweise durch L2155	35.000,00 €
9	Neubau Kastendurchlass mit Gitterrostabdeckung im Unterdorf	35.000,00 €
10	Neubau Kastendurchlass durch südliche Verwaltung	20.000,00 €
11	Neubau Furt durch landwirtschaftlichen Weg im Unterdorf	8.000,00 €
12	Anhebung Straße / Weg	26.000,00 €
13	Wiederaufbau Zufahrten zu Grundstücken innerorts	30.000,00 €
14	Stützwand an Entwässerungsgraben zur Stützung der L2155	39.750,00 €
Baukosten - netto -		856.750,00 €
Gesamtbaukosten - brutto -		1.098.906,82 €

Die Maßnahmen zur Unterhaltung vorhandener Entwässerungsgräben ist ein regelmäßig wiederkehrender Unterhaltungsaufwand, der eingeplant werden muss. Einmal in fünf Jahren sind die Räumung der Entwässerungsgräben und einmal jährlich die Böschungsmahd durchzuführen. Hinzu kommen der neue Entwässerungsgraben mit Verwallung von 625 m sowie der neu ausgebaute, nördlich gelegene Entwässerungsgraben von 850 m. Das heißt die Grabenlänge steigt von 2.150 auf 3.375 lfd.m., womit sich die anfallenden Kosten auf maximal (je nach Verschmutzungsgrad) 181.000 € je Unterhaltung belaufen.

3.5 Auswirkungen des Vorhabens

Die Wirksamkeitsanalyse der Maßnahmen für den Plan-Zustand beinhaltet die hydrologische und hydraulische Modellmodifikation sowie die damit verbundene Nachweisführung der Wirksamkeit der definierten Vorzugslösung (Variante 3a).

In Vorbereitung zur quantitativen Wirksamkeitsanalyse wurden Maßnahmen identifiziert, die positive Auswirkungen hinsichtlich

- einer Reduzierung der unmittelbaren Hochwasserbetroffenheit für die Anlieger,
- des Abflussgeschehens (Fließverhältnisse)

und somit allgemein auf die bestehende Situation im Hochwasserfall bewirken können.

Für die modelltechnische Nachweisführung wurden alle hydraulisch wirksamen Maßnahmen der Vorzugslösung in das hydronumerische Modell eingearbeitet und die Berechnungen mit den neuen Scheitelabflüssen aus dem modifizierten N-A-Modell erneut durchgeführt. Die Berechnungen werden dabei für alle Hochwasserereignisse HQ_T durchgeführt. Im Folgenden wird ausschließlich der Lastfall HQ_{100} und das HW2014 betrachtet.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Maßnahmen im Oberlauf oder an Nebengewässern auch Auswirkungen am Unterlauf des Hauptgewässers haben können. Somit ist es unter Umständen erforderlich, die Auswirkungen auch für Modellabschnitte nachzuweisen, in denen explizit keine hydraulisch nachweisbaren Maßnahmen vorgesehen sind.

3.5.1 Hochwassersituation und Überschwemmungsgebiet

Als Auswertung der hydraulischen Berechnungen wurden Übersichtskarten mit den räumlichen Ergebnissen zu Überschwemmungsgrenzen und Wassertiefen erstellt.

Am Ortsausgang von Gutendorf Richtung Meckfeld zeigen sich keine signifikanten Veränderungen der Überschwemmungsflächen. Grund hierfür ist, dass die vorgesehenen Maßnahmen vor allem einen Einfluss auf das Strömungsverhalten am Ortsausgang Richtung Bad Berka haben. Der Zugewinn aus der Nutzung des DN 300 Zulaufs in die Kanalisation durch die westlichen Maßnahmen spielt bei einem 100-jährigen Hochwasserereignis HQ_{100} keine wesentli-

che Rolle. Oberhalb von Gutendorf ist die Situation durch eine Vielzahl von Zuflüssen geprägt, welche durch eine verbesserte Abflussführung im Unterwasser nicht verringert werden können. In *Abbildung 9* sind die Wasserstände von Ist- und Plan-Zustand abgebildet. Die blau markierten Flächen zeigen die Wassertiefen im Plan-Zustand, die gelben im Ist-Zustand.

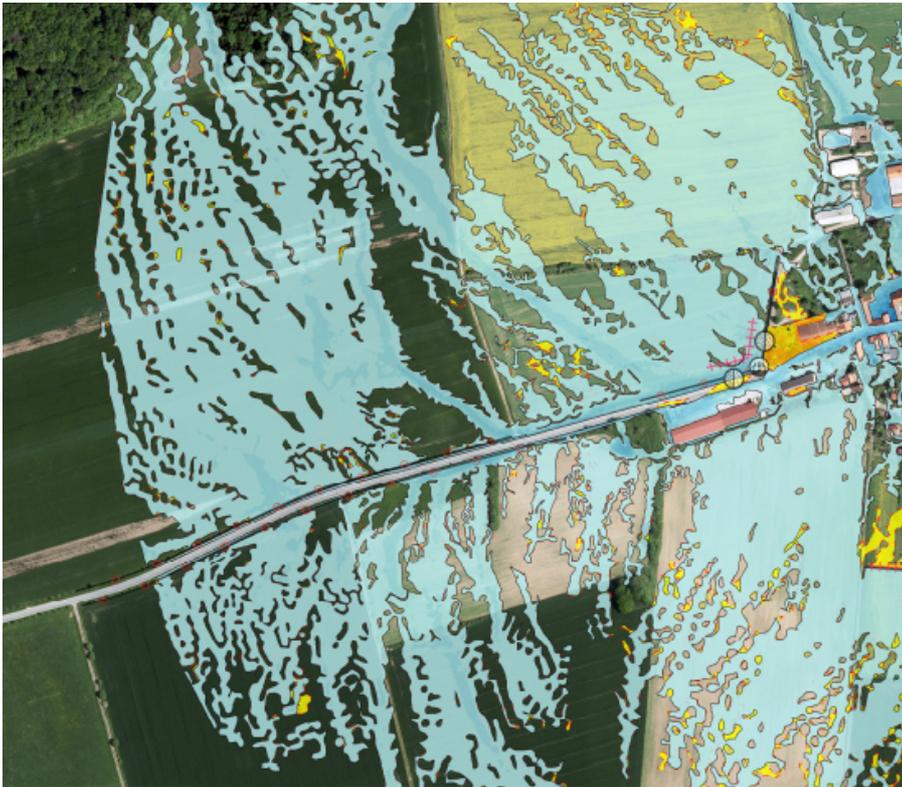


Abbildung 9: Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand am Ortseingang

Die Veränderung der Überschwemmungsflächen und der Wassertiefen im südlichen Bereich von Gutendorf ist in *Abbildung 10* dargestellt.

Aufgrund des geplanten Entwässerungskanal mit Verwallung kann eine gezieltere Abflussführung erreicht werden. Die Grundstücke, die an der Hinterdorfstraße liegen, werden laut Simulation kaum durch das Hochwasser beeinträchtigt. Auch eine Beeinträchtigung der Kläranlage am Ortsausgang, die im Ist-Zustand noch komplett geflutet wird, wird im Plan-Zustand minimiert.

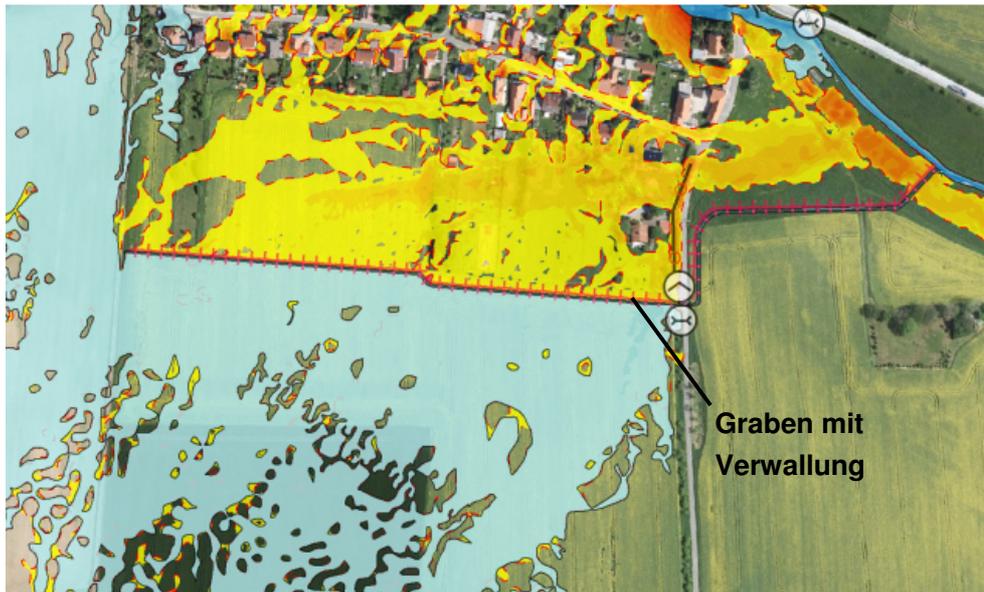


Abbildung 10: Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand an südlichen Maßnahmen

Abbildung 11 zeigt die durch die geplanten Maßnahmen entstehenden Unterschiede der Wassertiefen im Unterdorf. Eine lokale Verringerung der Wassertiefen in Gutendorf ergibt sich aufgrund des vorgesehenen Entlastungsgrabens entlang der L2155 sowie den zusätzlichen Kastendurchlass „an der Salzstraße“ (Tiefengrubener Str.). Das von Norden kommende Wasser wird im Plan-Zustand durch die Furt, den ausgebauten Entwässerungsgraben und den Kastendurchlass durch die L2155 in den Hungerbachgraben geleitet.

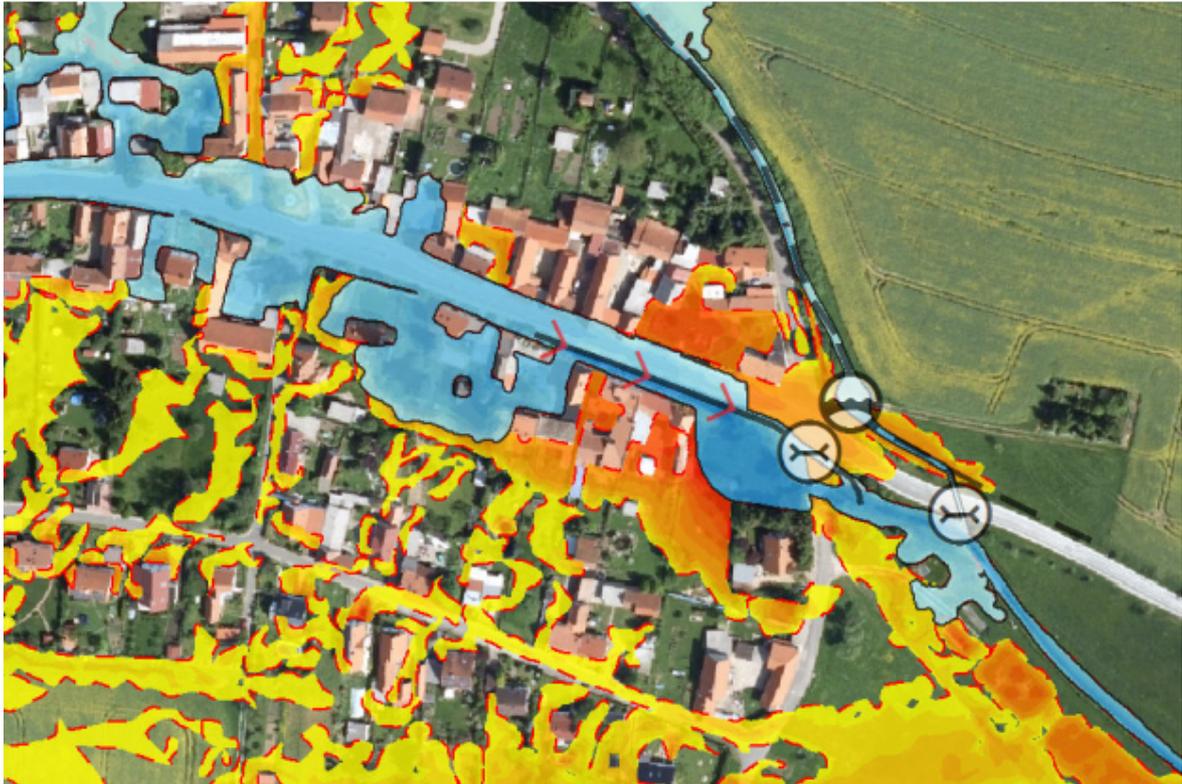


Abbildung 11: Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand im Unterdorf

Die Änderungen der Überschwemmungsgebiete im Norden von Gutendorf werden in *Abbildung 12* dargestellt. Es ist zu erkennen, dass durch den ausgebauten Graben das von Nordwesten kommende Hangwasser zielgerichtet abgeführt werden kann. Der Strom linksseitig und auf der Straße „An der Salzstraße“ (Troistedter Str.) kann deutlich reduziert werden, was sich u.a. auch positiv auf die Wasserstandstiefen an den Gebäuden zwischen Dorfstraße und „An der Hohle“ sowie auf die Steingasse auswirkt.

Die Unterhaltung und Anbindung des vorhandenen Entwässerungsgrabens an das Rückhaltebecken sorgt für einen temporären Rückhalt des Hangwassers von Nordwesten.



Abbildung 12: *Wassertiefen von Ist- und Plan-Zustand im Norden von Gutendorf*

3.5.2 Wohnungs- und Siedlungswesen

In Gutendorf wurden bereits an einigen Grundstücken Objektschutzmaßnahmen von Eigentümern umgesetzt. Hierbei wurden u.a. Mauern errichtet, die das Wasser im Falle eines Hochwassers um das Grundstück herum lenken sollen. Auch Absperrungen in Form von Blechen wurden an Zäunen angebracht, um die Durchströmung zu verhindern.

Diese Maßnahmen stehen jedoch vereinzelt und explizit für bestimmte Grundstücke zur Verfügung. Der geplante Hochwasserschutz wirkt sich verbessernd auf das gesamte Unterdorf und dessen Grundstücke aus.

Anhand *Abbildung 10* ist zu erkennen, welche Auswirkungen die südlichen Maßnahmen auf die Wassertiefen und Überschwemmungsgebiete im Hochwasserfall haben. Die Gartenflächen und Gebäude hinter der geplanten Verwallung werden weniger stark überschwemmt.

In *Abbildung 11* sind die Auswirkungen für die Grundstücke durch die Maßnahmen im Unterdorf erkennbar. Die Grundstücke, die unmittelbar an die L2155 (Gutendorfer Straße) grenzen sind auch im Planzustand von dem Hochwasser betroffen. Da der Zustrom von den Ackerflächen um Gutendorf ausschließlich im Süden gänzlich umgelenkt wird, besteht noch immer ein Zufluss ins Ortsinnere. Die Maßnahmen im Unterdorf sorgen lediglich für eine schnellere Abführung des Wassers aus der Ortslage. Damit kann der bestehende Abflussrückstau vermindert und der Wasserstand abgesenkt werden.

3.5.3 Öffentliche Sicherheit und Verkehr

Für den Verkehr und die öffentliche Sicherheit würde durch die Umsetzung der Maßnahmen im Hochwasserfall kein signifikanter Unterschied entstehen. Die Straßen in und um Gutendorf sind im Hochwasserfall sowohl im Ist- als auch im Plan-Zustand weiterhin überschwemmt, dass kein regulärer Verkehr stattfinden kann.

Während der Bauphase kommt es ebenfalls zu Beeinträchtigungen auf Verkehr und Sicherheit.

Die Umsetzung der westlichen Maßnahmen schränkt den regulären Verkehr auf der L2155 und der Straße „An der Hohle“ ein. Ob die Straßen komplett oder nur teilweise gesperrt werden, ist in den weiteren Planungsphasen abzustimmen.

Im Zuge des Baus der Maßnahmen im Unterdorf ist mit größeren Einschränkungen auf den Verkehr zu rechnen, da durch den Bau des Entlastungskanals sowohl seitlich als auch in der Straße eingegriffen wird. Auch durch den Neu des Kastendurchlasses, der die Straße „An der Salzstraße“ quert, wird der gesamte Straßenquerschnitt beansprucht. Der Neubau der Furt an dem landwirtschaftlichen Weg führt dazu, dass dieser während der Bauarbeiten nicht befahren werden kann. Das Einsetzen des Kastendurchlasses unter die L2155 blockiert den Verkehr ebenfalls auf der gesamten Straßenbreite.

Die Realisierung des Grabens mit Verwallung verhindert partiell die landwirtschaftliche Nutzung der Ackerflächen. Außerdem blockiert sie den Verkehr „An der Salzstraße“ im Bereich des Kastendurchlasses sowie der Straßenerhöhung.

Inwieweit Wege und Straßen im Zuge der Unterhaltung der Entwässerungsgräben unpassierbar werden gilt es im Zuge der weiteren Planung festzustellen.

Die Baubereiche sind mit entsprechenden Absperreinrichtungen, wie z.B. Bauzäune, einzufassen.

Die Erreichbarkeit für Rettungsfahrzeuge der betroffenen Grundstücke ist mit den zuständigen Behörden in den weiteren Planungsphasen abzustimmen.

3.5.4 Grundstücksbetroffenheiten

Bauzeitlich werden insgesamt 85 Flurstücke betroffen, wobei es sich hauptsächlich um Grabenunterhaltungen, Zufahrten zu Baustellen sowie Betroffenheiten durch Baumaßnahmen handelt. Dauerhaft werden insgesamt 37 Flurstücke betroffen. In Anlage A-2 ist detailliert aufgeführt, welche Grundstücke durch welche Maßnahmen bauzeitlich oder dauerhaft betroffen werden.

4 Weitere Untersuchungen

4.1 Ingenieurvermessung

Für eine Detaillierung in den weiteren Planungsphasen ist eine planungsbegleitende Vermessung notwendig. Die geplanten Maßnahmen sind anhand der vorliegenden Vermessung nicht detaillierter darzustellen. Einerseits liegen manche Maßnahmen außerhalb des vermessenen Bereichs, andererseits ist die Vermessung nicht ausreichend genau.

4.2 Geotechnik

Im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung sind geotechnische Untersuchungen zu beauftragen.

4.3 Umwelt- und naturschutzfachliche Untersuchungen

4.3.1 Umweltverträglichkeitsprüfung

In der Ortslage Gutendorf sind in der Vergangenheit erhebliche Überschwemmungen aufgetreten, welche zu signifikanten Schäden geführt haben. Ursächlich hierfür waren u.a. große Mengen an Niederschlagswasser (einschl. mitgerissene Schlamm Massen), die von den Wiesen- und Ackerflächen im Einzugsgebiet des Gewässerlaufes innerhalb kurzer Zeit zum Abfluss kommen und in die Ortslage fließen.

Bei den vorgesehenen Maßnahmen handelt es sich in erster Linie um Maßnahmen zur Retentionsoptimierung und Verbesserung des Abflussgeschehens im Hochwasserfall.

- Einlaufbauwerk mit vorgeschalteten Sedimentfängen
- Neuanlage Entwässerungsgraben mit Verwallung
- Durchlässe zur Straßenquerung
- Neubau des innerörtlichen Kanals

Die (Teil-) Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes der Ortslage Gutendorf sind gemäß Anlage 1 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz als:

- „Bau eines Stauwerkes oder einer sonstigen Anlage zur Zurückhaltung oder dauerhaften Speicherung von Wasser, wobei weniger als 10 Mio. m³ Wasser zurückgehalten oder gespeichert werden“,
- „Bau eines Deiches oder Dammes, der den Hochwasserabfluss beeinflusst“,
- „Sonstige der Art nach nicht von den Nummern 13.1 bis 13.17 erfasste Ausbaumaßnahme im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes,
 - soweit die Ausbaumaßnahmen nicht von Nummer 13.18.2 erfasst sind,
 - naturnaher Ausbau von Bächen, Gräben, Rückhaltebecken und Teichen, kleinräumige naturnahe Umgestaltungen, wie die Beseitigung von Bach- und Gra-

benverrohrungen, Verlegung von Straßenseitengräben in der bebauten Ortslage und ihre kleinräumige Verrohrung, Umsetzung von Kiesbänken in Gewässern;“

einzustufen und somit wird eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls nach Ziffer 13.6.2, Ziffer 13.13, Ziffer 13.18.1 und Ziffer 13.18.2 Anlage 1 UVPG [7] erforderlich.

4.3.2 Landschaftspflegerischer Begleitplan

Das geplante Vorhaben stellt einen Eingriff in Natur und Landschaft gemäß § 14 BNatSchG dar. § 15 BNatSchG entsprechend sind Verursacher von Eingriffen verpflichtet, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen. Ist eine Vermeidung nicht möglich, sind Eingriffe, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können, durch geeignete Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen oder zu ersetzen [8].

Es ist daher mit der zuständigen Unteren Naturschutzbehörde abzustimmen, ob und in welchem Umfang ein Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) zu erstellen ist, in welchem das Vorhaben bilanziert und Maßnahmen entwickelt werden.

4.4 Sonstige Untersuchungen und weiterer Klärungsbedarf

Untersuchungen zu Kampfmitteln sind im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung durchzuführen. Außerdem ist im Zuge der geotechnischen Untersuchungen ein Gutachten über Altlasten im Plangebiet zu erstellen.

Da ausschließlich Informationen zum Kanalnetz in der Ortslage vorliegen, sind weitere Stellungnahmen bzgl. Fernwärme, Gas, Informationstechnik, Strom und Wasser erforderlich.