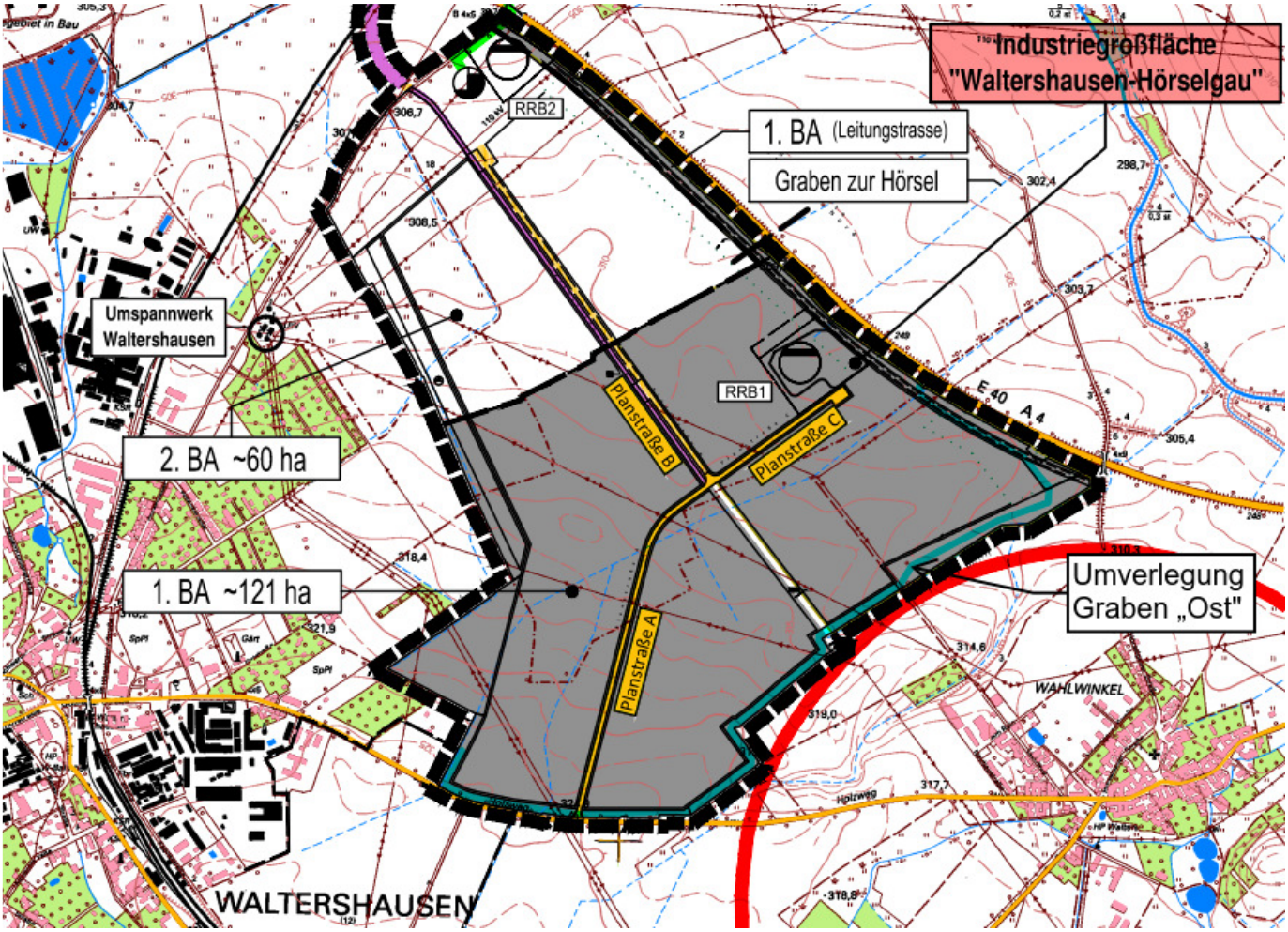


LANDESENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT THÜRINGEN MBH

Industriegroßfläche Waltershausen/ Hörselgau – IG 5
1. Bauabschnitt

Studie

Hydrodynamischer Nachweis der Regenkanalisation, der Regenrückhaltung und
hydraulische Dimensionierung des Grabens „Ost“ als Grabenumverlegung

PÖYRY
Engineering balanced sustainability™

Copyright © Pöyry Deutschland GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Weder Teile des Berichts noch der Bericht im Ganzen dürfen ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Pöyry Deutschland GmbH in irgendeiner Form vervielfältigt werden.

Industriegroßfläche Waltershausen/ Hörselgau – IG 5
1. Bauabschnitt

Studie

Hydrodynamischer Nachweis der Regenkanalisation, der Regenrückhaltung und hydraulische Dimensionierung des Grabens „Ost“ als Grabenumverlegung

Auftraggeber:

Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH

Mainzerhofstraße 12

99084 Erfurt

Verfasser:
Pöyry Deutschland GmbH
Gregor Steinhöfel
Dittelstedter Grenze 3
99099 Erfurt
Tel. 0361 486-0
Fax 0361 486-161
gregor.steinhoefel@poyry.com
www.poyry.de

Erfurt, den 23-03.2018

Pöyry Deutschland GmbH

i. V. Roland Beyer
Abteilungsleiter

i. A. Silvio Cramer
Projekleiter

Inhalt

ANLAGENVERZEICHNIS 5

1 ALLGEMEINES 6

1.1 Veranlassung und Zielstellung 6
1.2 Quellenverzeichnis sowie Planungsgrundlagen 7

2 HYDRAULIK DER ENTWÄSSERUNGSANLAGEN – REGENWASSERKANALNETZ UND RRB 9

2.1 Grundlagen 9
2.1.1 Eingesetzte Software 9
2.1.2 Empfohlene Überstauhäufigkeit 10
2.1.3 Niederschlagsbelastung für das Regenwassernetz 10
2.1.4 Grundlagen der RRB-Bemessung 12
2.1.5 Vorklärbecken 12
2.1.6 Ableitung Drossel- und Entlastungswassermenge aus RRB 1 13
2.2 Dimensionierung Regenrückhaltebecken RRB 1 13
2.2.1 Einfache Verfahren nach ATV-A 117 13
2.2.2 Hydrodynamischer Nachweis RRB 1 15
2.3 Dimensionierung Regenwasserkanalnetz 15
2.3.1 Dimensionierung nach Zeitbeiwertverfahren 15
2.3.2 Hydrodynamischer Nachweis Regenwassernetz 16
2.4 Ergebnis 16
2.4.1 RRB 1 16
2.4.2 Regenwassernetz 17

3 GRABENOPTIMIERUNG 18

3.1 Grundlagenermittlung/ Variantenuntersuchung 18
3.2 Berechnungsprogramm 19
3.3 Hydraulische Gewässerberechnung 19
3.4 Ergebnisse 20
3.4.1 Dimensionierung der Gräben 20
3.4.2 Wasserspiegellage des Graben „Ost“ und Graben zur Hörsel 23
3.4.3 Kenngrößen der Gräben 23
3.4.4 Maßnahmen für kritische Bereiche Graben „Ost“ 26
3.4.5 Durchlass Autobahn A4 29

4 ZUSAMMENFASSUNG 30

ANLAGENVERZEICHNIS

Anl.	Anl.-Nr.	Bezeichnung	Maßstab
1		**Erläuterungsbericht**	**-**
2		**Planunterlagen**	
2.1	*.00.03.2.41.01	Übersichtslageplan	1 : 10.000
2.2	*.00.03.2.41.02	Lageplan Regenwasserentsorgung und Graben „Ost“	1: 4.000
2.3		Lageplan „Graben, Abschnitt BAB 4 bis Hörsel“	
2.3.1	*.00.03.2.41.03	Station 0+0,0 bis 0+312,35	1: 500
2.3.2	*.00.03.2.41.04	Station 0+312,35 bis 0+610,38	1: 500
2.4		Längsschnitt Wasserspiegellage Graben „Ost“	
2.4.1	*.00.03.2.41.05	Station 0 bis 1500,00	1 : 2.500/250
2.4.2	*.00.03.2.41.06	Station 1500,00 bis 3052,90	1 : 2.500/250
3		**Hydraulik**	
3.1		Niederschlagshöhen und -spenden Stadt Walterhausen	
3.2		Modellregen Euler Typ2; n = 0,2; D = 720 min; Waltershausen (TH)	
3.3		Ermittlung Rückhaltevolumen des RRB nach ATV-A 117	
3.4		Ergebnisliste Überstaunachweis RW-System mit RRB n = 0,2; D = 720 min	
3.5		Ergebnisliste Wasserspiegellagenberechnung gemäß KALYPSO	

INDEX: * = 33EF2004

ALLGEMEINES

1.1 Veranlassung und Zielstellung

Die Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG) plant die Umsetzung der im Landesentwicklungsplan und im Regionalplan Mittelthüringen ausgewiesenen, unmittelbar an der Bundesautobahn 4 (BAB4) gelegenen Industriegroßfläche 5 (IG-5), 1. Bauabschnitt.

Primäres Ziel der vorliegenden Studie ist, ausgehend von einer beabsichtigten Umverlegung der bestehenden Grabensysteme, eine Optimierung des neu zu verlegenden Grabens „Ost“ hinsichtlich der mittleren Tiefenlage bzw. Böschungsbreite des Graben „Ost“ durchzuführen.

Grundlage für eine detaillierte Grabenoptimierung ist, zunächst mittels eines Variantenvergleiches, Tiefenlage bzw. Böschungsbreiten für den zu errichtenden Graben „Ost“ festzustellen. In diesem Zusammenhang wurden folgende Varianten miteinander verglichen:

1. Ableitung des Notüberlaufes des geplanten Regenrückhaltebeckens Gothaer Straße;
2. Ableitung des Notüberlaufes und des Drosselabflusses des geplanten Regenrückhaltebeckens Gothaer Straße.

Anhand des beabsichtigten Variantenvergleiches können grundlegende Informationen zum Aufwand (Tiefenlage und Böschungsbreite), welche eine Grabenumverlegung mit sich bringt, dargestellt werden.

Gemäß den hydraulischen Berechnungen ergaben sich teilweise erhebliche Grabentiefen. Entlang des Grabens „Ost“ sind maximale Tiefenlagen von bis zu 5,37 m und im Abschnitt zwischen BAB4 und Hörsel (Graben zur Hörsel) sind Grabentiefen von bis zu 4,38 zu erwarten.

In Anbetracht der Ergebnisse wurde nach Möglichkeiten zur Verringerung der o.g. Tiefenlagen gesucht.

Im Ergebnis dessen wurde im Zusammenhang mit der Grabenoptimierung die hydrodynamische Überrechnung des Regenwasserkanalnetzes einschl. Regenrückhaltebecken (RRB) des IG 5 vorgeschlagen. Hierbei wird die Möglichkeit gesehen, die Größe und die Tiefenlage des RRB und die Tiefenlage der Autobahnunterquerung zu optimieren.

Die ermittelten Abschlagswassermengen aus der Regenrückhaltung sind für die hydraulische Gewässerberechnung als Belastungsgröße von Bedeutung. Ohne die genauen Abschlagswassermengen aus dem RRB kann keine Gewässerhydraulik durchgeführt werden. Diese werden durch die hydrodynamische Überrechnung ermittelt und können im Vergleich zu den bisher verwendeten überschlägigen Werten zu einer Verringerung der anfallenden Regenwassermengen führen.

Aufgrund der vorhandenen Querung bzw. Durchlass des Grabens „Ost“ unter der Bundesautobahn A4, gilt ist es zu prüfen, ob mögliche Rückstauerscheinungen am RRB 1 auftreten können und diese durch entsprechende Maßnahmen zu minimieren.

In Folge einer optimierten Tiefenlage des RRB und der Unterqerung der Autobahn, kann eine Dimensionierung des geplanten Grabens „Ost“ und des Grabens zur Hörsel mit erheblichen Kosteneinsparungen erzielt werden.

Die

Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH
Mainzerhofstraße 12
99084 Erfurt

beauftragte die

Pöyry Deutschland GmbH
Dittelstedter Grenze 3
99099 Erfurt
Tel.-Nr.: 0361/486-0
Fax-Nr.: 0361/486-121

mit der Erarbeitung:

- des **hydrodynamischen Nachweises** der Überstauhäufigkeit **des geplanten Entwässerungsnetzes mit Nachweis der Überstausicherheit und detaillierte Bemessung des Regenrückhaltebecken (RRB1)**;
- der Untersuchung zur **optimierten Grabenumverlegung** (Minimierung der Grabentiefe) unter Berücksichtigung des Einflusses des geplanten Regenrückhaltebeckens (RRB 1);
- der Erarbeitung des Gewässernachweises (hier: Graben „Ost“) mittels **Wasserspiegellagenberechnung**.

Die vorliegende Studie wird auf Grundlage der vorliegenden Erschließungsplanung begleitend zur B-Planerstellung, Stand: Mai 2014, ausgearbeitet.

1.2 Quellenverzeichnis sowie Planungsgrundlagen

[1] Erschließungskonzept begleitend zur Bebauungsplanerstellung - Industriegroßfläche Waltershausen - Hörselgau, erstellt durch Pöyry Erfurt Stand Mai 2014

[2] Arbeitsblatt DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Stand März 2006

[3] Preissler/Bollrich - Technische Hydromechanik, Bd. 1, Verlag f. Bauwesen Berlin 1992

[4] Programmbeschreibung des Computerprogramms „Kalypso“

[5] Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen - KOSTRA-Atlas DWD 2010

[6] ITWH Hannover, Anwenderbücher und Beschreibung für das Programmpaket HYSTEM EYTRAN (Kanalnetzberechnung) und GIPS (grafisches Informations- und Planungssystem)

[7] Hydrologisches Gutachten „Graben zur Hörsel“, Walterhausen/ Hörselgau, erstellt durch Pöyry Erfurt, Stand März 2012

[8] Arbeitsblatt DWA-A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Stand Dezember 2013

[9] Arbeitsblatt DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und –kanälen, Stand August 2006

[10] Arbeitsblatt DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Stand März 2006

2 HYDRAULIK DER ENTWÄSSERUNGSANLAGEN – REGENWASSERKANALNETZ UND RRB

2.1 Grundlagen

2.1.1 Eingesetzte Software

Für die Berechnung des Niederschlagabflusses innerhalb des gesamten Kanalnetzes wurde das Programmpaket

- „HYSTEM-EXTRAN 7.9.1“ und

- GIPS 7.6.1

verwendet. „HYSTEM-EXTRAN ist ein häufig verwendetes Programm vom Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH Hannover (ITWH). Das Programm entspricht dem heutigen Stand der Technik auf dem Gebiet der hydrodynamischen Kanalnetzberechnung.

Für die Berechnung mit HYSTEM-EXTRAN 7.9.1 wurde die Software - GIPS 7.6.1 verwendet. Sie dient zur graphischen Modellierung des Kanalnetzes. Über diese Software wurde die Einarbeitung der Netzbestandteile (Haltungen, Schächte, Sonderbauwerke, usw.) vorgenommen. Die Berechnung erfolgt hydrodynamisch und stellt eine Niederschlags-Abfluss-Simulation dar. Bei diesem Abflussmodell wird der Niederschlagsabfluss methodisch in:

- Oberflächenabfluss (HYSTEM-Modell) und

- Kanal- bzw. Systemabfluss (EXTRAN-Modell) aufgeteilt.

Die ermittelten Daten der den Haltungen zugeordneten Einzugsgebiete werden mittels Erstellung einer Datenbank für die weitere Bearbeitung mit HYSTEM-EXTRAN 7.9.1 aufbereitet. Hierbei wird ein Modell erstellt, welches die hydraulische Situation im betrachteten Gebiet abbildet.

Bei der Berechnung werden Parameter (z.B. Muldenverluste, Fließzeitparameter) für die Simulation des Oberflächen- und den Systemabflusses verwendet, die das Berechnungsergebnis beeinflussen. Im Ergebnis der durchgeführten Berechnungen erhält man maximale Wasserstände, Durchflüsse und Fließgeschwindigkeiten für die jeweilige Haltung, bezogen auf ein bestimmtes Regenereignis. Das Regenereignis kann in Form von Regenreihen oder als Modellregen über eine Regendatei eingegeben werden.

Zur Aufrechthaltung der numerischen Stabilität des Berechnungsmodells wurde eine Mindesthaltungslänge von 10 m festgelegt. Die festgelegte Mindesthaltungslänge unterbindet so eine starke Oszillation der Abfluss- und Wasserstandslinie, bedingt durch mögliche, starke Rohrlängendifferenzen. In diesem Zusammenhang wurde mittels

EXTRAN-Zeitschrittberechnung (Vorgabe der Mindesthaltungslänge), ein an die Modellgeometrie angepasster minimaler Zeitschritt erzeugt.

Muldenverluste für befestigte Flächen werden standardgemäß auf 1,8 mm und für unbefestigte Flächen auf 5 mm angesetzt. Der Anteil der abflusswirksamen Fläche der unbefestigten Flächen beträgt 50 %.

2.1.2 Empfohlene Überstauhäufigkeit

Die empfohlene Netzauslegung in Form der Überstauhäufigkeit für den rechnerischen Nachweis bei Neuplanungen entsprechend DWA-A 118 „hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“, Tabelle 3, beträgt für die Industriegroßfläche in Waltershausen „seltener als 1-mal in 5 Jahren.

Ort	Überstauhäufigkeiten bei Neuplanung bzw. nach Sanierung (1-mal in „*n*” Jahren)
ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10 [1)]
[1)] Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände i. d. R. unmittelbar eine Überflutung einhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen. Hier entsprechen sich Überstau- und Überflutungshäufigkeit mit dem in Tabelle 2 genannten Wert „1 in 50“!	

Abbildung 2-1: Auszug aus DWA-A 118; Tabelle 3: Empfohlene Überstauhäufigkeiten

Der Überstau ist ein Belastungszustand der Kanalisation, bei dem der Wasserstand ein definiertes Bezugsniveau überschreitet.
Im § 9, Abs. (6), der Satzung für die Benutzung der öffentlichen Entwässerungseinrichtung des Wasser- und Abwasserzweckverbandes Gotha und Landkreisgemeinden (Entwässerungssatzung – EWS) ist die Rückstauebene mit der Straßenoberkante vor dem Grundstück an der Anschlussstelle festgelegt.

Somit darf das Kanalnetz bei n = 0,2 nicht über OK Gelände stauen.

2.1.3 Niederschlagsbelastung für das Regenwassernetz

Als Niederschlagsbelastung wird ein Modellregen nach Euler (Typ II) auf Grundlage von KOSTRA DWD 2010 angesetzt. Die Wiederkehrzeit beträgt gemäß Abschnitt 2.1.2 n = 0,2 (5 Jahre).

Nach DWA-A-118 soll für den Einzelmodellregen die Regendauer mindestens dem Zweifachen der längsten maßgebenden Fließzeit im Entwässerungsnetz entsprechen.

Die längste maßgebende Fließzeit, ermittelt im Zeitbeiwertverfahren, beträgt 4,02 Minuten. Für den Nachweis der Überstauhäufigkeit wird somit die übliche Regendauer von 30 Minuten angesetzt. Die Forderung der DWA-A-118 wird somit eingehalten.

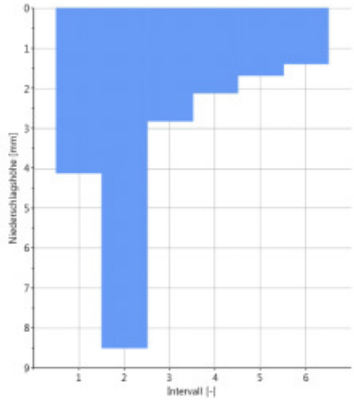
KOSTRA-DWD 2010

Deutscher Wetterdienst - Hydrometeorologie -

Modellregen

Rasterfeld : Spalte 40, Zeile 56
Ortsname : Waltershausen (TH)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember

Modellregentyp : Euler Typ 2
Regendauer : 30 min
Wiederkehrzeit : 5 Jahre
Intervaldauer : 5 min
Gesamtregenhöhe: 20,65 mm



Intervall	von [min]	bis [min]	N-Höhe [mm]
1	0	5	4,12
2	5	10	8,50
3	10	15	2,83
4	15	20	2,12
5	20	25	1,68
6	25	30	1,39

Abbildung 2-2: Modellregen zum Nachweis der Überstauhäufigkeit nach KOSTRA 2010 für das Entwässerungsnetz

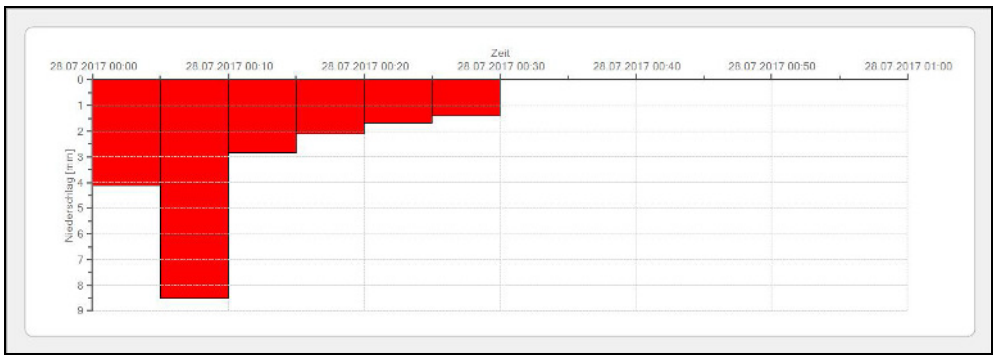


Abbildung 2-3: Modellregen im Brechnungsmodell

2.1.4 Grundlagen der RRB-Bemessung

Die Berechnungsgrundlagen für die Bestimmung des notwendigen Rückhaltevolumens sind:

Drosselabfluss:	$Q_{Drossel}$ = 215 l/s,
Wiederkehrzeit:	n = 0,2 (5-jährig)
max. Bebauungsgrad (befestigte Fläche):	ca. 83 %

In Abstimmung zwischen der Unteren Wasserbehörde und der Pöyry Deutschland GmbH wurde eine Abflussspende von 3,0 l/(s*ha) festgelegt. Hieraus resultiert ein Drosselabfluss von 215 l/s.

Der Bebauungsgrad resultiert aus der Gesamtfläche abzgl. „Grüngürtel“ des vereinbarten des Bebauungsplans laut Vorentwurf [1]. Entsprechende Werte sind der Anlage 3.3 zu entnehmen.

2.1.5 Vorklärbecken

Der Regenrückhaltung wird gemäß Vorplanung eine Regenklärung vorgeschaltet. Das Gesamtfassungsvolumen des Regenklärbeckens (RKB) umfasst ca. 1.000 m³.

Das Volumen von 1.000 m³ ist eine erste annähernde Schätzung und sollte in der nachfolgenden Detailplanung konkretisiert werden.

Das RKB wird längs durchströmt. Beim Wasserspiegel von 308,6 +NHN springt der Klärüberlauf an. Bei Vollfüllung (Wasserstand 308,7 +NHN) springt der Beckenüberlauf an.

Im Rahmen der Detailplanung sind die Höhen des Klär- und Beckenüberlaufs zu konkretisieren.

2.1.6 Ableitung Drossel- und Entlastungswassermenge aus RRB 1

Der Drossel- und Entlastungsabfluss des RRB 1 soll über einen Ablaufkanal in Richtung Gewässer abgeführt werden. Die Entlastungsmengen werden am Gewässerdurchlass Autobahn A4 in den konzipierten Entwässerungsgraben „Ost“ eingeleitet. Rückstauerscheinung, die die Entlastungsfähigkeit des RRB beeinflussen könnten sind zu vermeiden.

2.2 Dimensionierung Regenrückhaltebecken RRB 1

2.2.1 Einfache Verfahren nach ATV-A 117

Die Bemessung von Regenrückhaltebecken (RRB) nach dem einfachen Verfahren erfolgt unter der Vorgabe von KOSTRA-Regenspenden. Hierbei wird vereinfachend vorausgesetzt, dass die Häufigkeit der Regenspende der Überschreitungshäufigkeit des RRB entspricht. Die detaillierte Berechnung nach DWA-A 117 einschl. Datengrundlage ist der Anlage 3.3 zu entnehmen.

Bei der vorliegenden Studie wurde der KOSTRA-DWD Atlas 2010 verwendet. Die Niederschlagsdaten weichen von den Daten der letzten Berechnung aus dem Jahr 2014 [1] ab. Aus der Tabelle 2-1 ist zu entnehmen, dass sich die Werte für Niederschlagshöhe und Niederschlagsspende gegenüber denen aus [1] verringert haben.

Tabelle 2-1: Vergleich Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2000 und 2010 für Waltershausen (TH), Wiederkehrzeit 5 Jahre. *hN* – Niederschalgshöhe in [mm], *rN* Niederschlagsspende in [l/s*a)]. Die Zeilenwerte sind vergleichbar.

Dauerstufe	KOSTRA-DWD 2000		KOSTRA-DWD 2010	
	5,0		5	
	hN	rN	hN	rN
5 min	9,1	301,7	8,5	283,4
10 min	13,6	227,0	12,6	210,4
15 min	16,8	186,7	15,5	171,7
20 min	19,2	160,1	17,6	146,5
30 min	22,7	126,3	20,7	114,7
45 min	26,3	97,5	23,8	88,1
60 min	28,9	80,3	26,0	72,3
90 min	31,6	58,6	28,7	53,1
2 h	33,7	46,8	30,7	42,7
3 h	36,9	34,2	33,9	31,4
4 h	39,4	27,4	36,3	25,2
6 h	43,2	20,0	40,0	18,5
9 h	47,3	14,6	44,1	13,6
12 h	50,5	11,7	47,3	10,9
18 h	53,2	8,2	51,3	7,9
24 h	55,8	6,5	54,5	6,3
48 h	71,2	4,1	63,3	3,7
72 h	81,2	3,1	69,3	2,7

Gemäß aktuellen Ermittlungen verringert sich gegenüber der Berechnung aus dem Jahr 2014 (Erschließungskonzept begleitend zur Bebauungsplanerstellung) das erforderliche Beckenvolumen.

Wie der Tabelle 2-2 zu entnehmen, können nach aktueller Datengrundlage respektive bis zu ca. 7.000 m³ an Rückhaltevolumen gegenüber bisherigen Berechnung nach DWA-A 117 eingespart werden.

Tabelle 2-2: Vergleich Ergebnisse gemäß ATV-A 117 für RRB 1, Stand 2014 bzw. 2017.

	Berechnung nach DWA-A 117, Mai 2014 [m³]	**Berechnung nach DWA-A 117, Dezember 2017 [m³]**
Befestigte Fläche (ha)	88	83,2
Rückhaltevolumen (m³)	ca. 33.000	ca. 28.000
Beckentiefe (m)	keine Angaben	ca.1,5
Fläche (m²)	keine Angaben	ca. 18.650

Begründung – Verringerung Speichervolumen:

Die Änderung der Beckendimension können wie folgt begründet werden:

- veränderte Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD, d.h. Verringerung der Niederschlagshöhen- und spenden (vgl. Anlage 3.1 mit Daten aus [1]);
- veränderte Flächenbefestigung der Industriegroßfläche von 88 ha auf 83,2 ha.

Die Flächenverringerung resultiert aus geändertem Anteil der Grünflächen ohne Abfluss in das Regenkanalsystem von 10 ha auf 16 ha.

2.2.2 Hydrodynamischer Nachweis RRB 1

Im Rahmen der hydrodynamischen Berechnung wurde, ausgehenden von den Ergebnissen des einfachen Verfahrens, iterativ die Optimierung des RRB vorgenommen.

Im Zuge der hydrodynamischen Berechnung mit dem Programm HYSTEM-EXTRAN wurden iterativ das optimale Volumen sowie die entscheidenden Beckenparameter des Regenrückhaltebeckens, d.h. Beckentiefe sowie Höhe Beckenüberlauf, bestimmt (s.a. Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3: Übersicht zu wichtigen Kenngrößen der Regenrückhaltung einschl. Regenklärbecken.

	Regenklärbecken (RKB)	Regenrückhaltebecken (RRB)
Klärüberlauf (m NHN)	308,65	-
Beckenüberlauf (m NHN)	308,7	308,65
Rückhaltevolumen (m³)	1.000	21.500
Beckentiefe (in m)	-	1,5
Höhe Drosselabfluss (m NHN)	-	307,2

Mit den hydrodynamischen Berechnungen konnte das Rückhaltevolumen auf 22.500 m³ optimiert werden.

2.3 Dimensionierung Regenwasserkanalnetz

2.3.1 Dimensionierung nach Zeitbeiwertverfahren

Die Dimensionierung des Regenwasserkanalsystems erfolgt mittels Zeitbeiwertverfahren (ZEBEV) [11].

Mit dem Zeitbeiwertverfahren wird der größte Regenabfluss unter der Annahme ermittelt, dass die Fließzeit im Kanalnetz gleich der maßgebenden Regendauer gesetzt wird. Die Berechnung mittels ZEBEV beinhaltet lediglich eine Überrechnung des Regenwassernetzes ohne Speicherelemente, d.h. RRB.

Die mittels ZEBEV errechneten Haltungsdimensionen sind Grundlage für den hydrodynamischen Nachweis. Mit dem hydrodynamischen Nachweis werden die Haltungsdimensionen nochmals optimiert.

2.3.2 Hydrodynamischer Nachweis Regenwassernetz

Der Nachweis der Überstauhäufigkeit des Regenwasserkanalnetzes wurde entsprechend den Forderungen der DWA A-118 mit n = 0,2 und einer Dauerstufe von 30 min vorgenommen.

Die Optimierung der Haltungsdimensionen erfolgt dabei iterativ, unter Berücksichtigung der Auslegung des RRB.

2.4 Ergebnis

2.4.1 RRB 1

Das erforderliche Speichervolumen beträgt laut hydrodynamischer Berechnungen ca. 22.500 m³.

Das Rückhaltevolumen konnte im Vergleich zu den bisheriger Vorberechnungen [1] um ca. 10.500 m³ reduziert werden.

In Abbildung 2-4 ist die Ganglinie des RRB (ohne Regenklärbecken RKB) gemäß hydrodynamischer Berechnung mit dem Modellregen Euler Typ 2 und unter Berücksichtigung der maßgebenden Dauerstufe von 720 Minuten bei einer Wiederkehrzeit von n = 0,2 (5-jähriges Ereignis) dargestellt.

Die Dauerstufe von 720 min wurde gemäß DWA-A 117 ermittelt. Diese bestimmt sich durch das ermittelte erforderliche Beckenvolumen. Eine entsprechende Herleitung ist der Anlage 3.3. zu entnehmen.

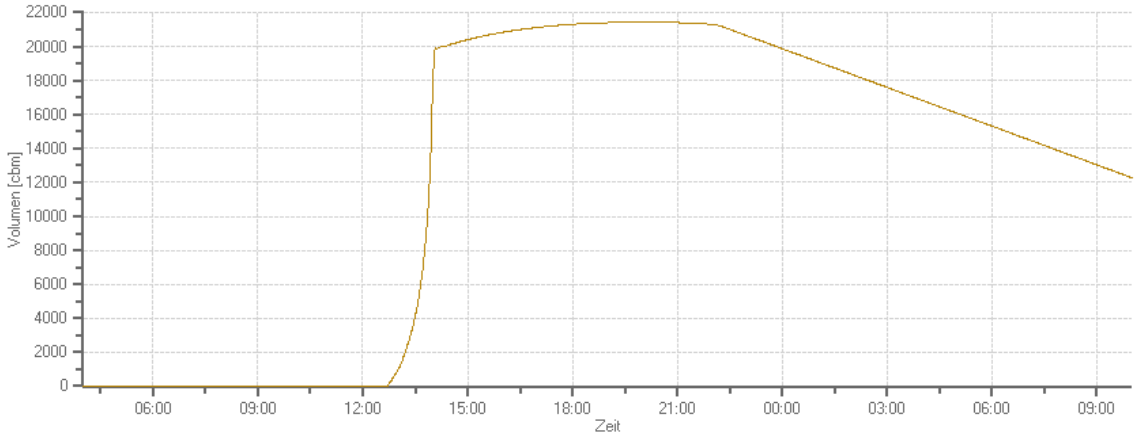


Abbildung 2-4: Speicherganglinie des Regenrückhaltebeckens bei Regendauerstufe 720 min und Wiederkehrzeit n = 0,2 (5-jähriges Ereignis).

Detaillierte Daten sind der Ergebnisliste gemäß Anlage 3.4 zu entnehmen.

2.4.2 Regenwassernetz

Unter Zugrundelegung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden gemäß KOSTRA-DWD-2010, Rasterfeld Spalte 40, Zeile 56, sind bei Ansatz eines 5-jährigen, 30 minütigen Regens Abflüsse zu erwarten, welche RW-Kanäle mit Nennweiten von DN 800 bis DN 2600 erfordern.

Für das nachgewiesene Regenereignis n = 0,2 besteht einzig am Schacht R1-04 (Stichweg, Richtung BAB 4) ein Restrisiko eines geringfügigen Überstaus. Dieser kann jedoch durch eine entsprechende Geländenivellierung mit Schachterhöhung entschärft werden.

Eine Übersicht zum hydrodynamisch berechneten Regenwasserkanalnetz einschl. RRB ist dem Lageplan der Anlage 2.2 zu entnehmen.

<u>HINWEIS:</u>

Es wird darauf hingewiesen, dass die hydrodynamischen Berechnungen zum Entwässerungsnetz auf Grundlage der Regendaten des Atlas KOSTRA-DWD-2010 Version 3.1, ohne die seit November 2017 veröffentlichte Revision des DWD, durchgeführt worden sind.

3 GRABENOPTIMIERUNG

3.1 Grundlagenermittlung/ Variantenuntersuchung

Als Grundlage für die Untersuchung bzw. Dimensionierung des zu planenden Graben „Ost“, gilt es die Voruntersuchungen [1], [7] zum Gewerbegebiet „Gothaer Straße“ und deren Regenwasserrückhaltung sowie Entwässerung zu berücksichtigen.

Hierzu werden die ermittelten Abschlagsmenge und Einlaufhöhen aus dem RRB „Gothaer Straße“ berücksichtigt.

Für eine weitreichende Bemessung des neu zu verlegenden Grabens „Ost“, wurde über eine Variantenuntersuchung zunächst die maximalen Tiefenlagen bzw. Böschungsbreiten des Graben „Ost“ bestimmt.

Ausgangspunkt war hierbei die Berücksichtigung der folgenden Varianten:

(1) Ableitung Notüberlauf des RRB „Gothaer Straße“ im Freigefälle;

(2) Ableitung Notüberlauf des RRB „Gothaer Straße“ im Freigefälle und Drosselabfluss.

Für die Variantenvorbetrachtung sind dabei die Höhenlagen für den Drossel- und Notüberlauf des RRB „Gothaer Straße“ erforderlich:

- Höhe Drosselabfluss: 320,90 m +NHN
- Höhe Notüberlauf: 323,40 m +NHN

Ausgehend von den vorgenannten Höhen des RRB „Gothaer Straße“ erfolgte die Dimensionierung und höhenmäßige Einordnung zu den o.g. Varianten.

Das Ergebnis der Vorplanung belegt primär, dass erheblichen Grabentiefen von bis zu 5,37 m erreicht werden.

Entsprechend den Ablaufhöhen des RRB „Gothaer Straße“ weist der Graben gemäß Variante 1 (nur Notüberlauf) am Anfang eine um 1,66 m geringere Tiefenlage auf.

Im weiteren Verlauf des Grabens gleichen sich die Sohlhöhen beider Varianten allmählich an.

Ab Station 1 km + 729,97 m sind die Sohlhöhen der o.g. Grabenvarianten identisch.

In Anbetracht der Ergebnisse wurde nach Möglichkeiten zur Verringerung der o.g. Tiefenlagen gesucht.

Im Zusammenhang mit einer Grabenoptimierung wird die hydrodynamische Überrechnung des Regenwasserkanalnetzes einschl. Regenrückhaltebecken (RRB) des IG 5 durchgeführt. Hierbei wird die Möglichkeit gesehen, die Größe bzw. die Tiefenlage des RRB zu optimieren.

Auf Grundlage der o.g. Ergebnisse erfolgt im Weiteren, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den hydrodynamischen Berechnungen des Entwässerungsnetzes und optimierten Auslegung des Regenrückhaltebeckens 1, eine Optimierung des Grabens „Ost“.

Im Rahmen eines Gewässernachweises wird überprüft, ob der optimierte Graben „Ost“ sowie der Graben zur Hörsel die Abschlagswassermengen aus dem RRB „Gothaer Straße“ ohne Überstau bei gegebener Grabentiefe zur Vorflut abführen können.

3.2 Berechnungsprogramm

Für die im Rahmen des Gewässernachweises durchgeführten hydraulischen Berechnungen, d.h. Erzeugung einer gewässerbezogenen Wasserspiegellage, ist die Verwendung eines Simulationsprogrammes notwendig.

Für die Berechnung wurde das Simulationsprogramm KALYPSO-1D herangezogen.

Bei der Verwendung der stationären 1D-Wasserspiegellinienberechnung ist zu beachten, dass keine instationären Effekte abgebildet werden, wie zum Beispiel Retentionseffekte, zeitliche Veränderungen der Wasserspiegel oder Abflüsse (Tide) oder die zeitliche Veränderung der Gewässersohle.

Sämtliche hydraulischen Ergebnisse werden aus einer Integration über das Querprofil gewonnen und sind somit eindimensional. Das bedeutet, die Abbildung entlang der Gewässerachse ist genau, während z. B. Fließgeschwindigkeit und Wasserstand über Querprofil gemittelt werden. Diese Einschränkungen sind bei allgemein für alle stationären 1d-Wasserspiegellinienberechnungen gültig (Handbuch Kalypso, Stand: 2009).

3.3 Hydraulische Gewässerberechnung

Über Kylypso1D erfolgte zunächst die Eingabe der Querprofile an markanten Punkten entlang der „Grabenumverlegung“. Die Lagepläne einschl. Stationierung sind der Anlage 2.2 und Anlage 2.3 zu entnehmen.

Anhand der stationsweise zugeordneten Querprofile wurden mittels der hydrologischen Berechnungsergebnisse entsprechende Abflussereignisse zugeordnet. Die Abflussmengen sind der Tabelle 3-1 zu entnehmen

Tabelle 3-1: Übersicht der Abflüsse bzw. Zuflüsse des Einzuggebietes zum „Graben zur Hörsel“ nach Stationen entlang des Gewässerstranges gemäß Hydrologie.

Station [km]	Abfluss bzw. Zufluss aus Einzugsbiet [m³/s]
0+646,7	30,2 (Abschlag RRB 1)
2+781,9	5,235 (Grabenzulauf , Zufluss 5)
3+052,9	5,126 (Notüberlauf RRB „Gothaer Str.“ bzw. Zufluss 3+4)

Nach Eingabe der hydraulischen Parameter erfolgte die Berechnung und Ausgabe der Wasserspiegellagendarstellung. Die Wasserspiegellagendarstellung kann der Anlage 2.4 als Längsschnitt entnommen werden.

Randbedingungen für die Berechnung:

- 1D-Wasserspiegellagenberechnung nach Fließgesetz von Darcy-Weisbach
- untere Randbedingung im 1. Profil Berechnung Grenztiefe
- Rauheit $k_s = 0{,}25$
- bzw. $k_{St} = 30\ m^{1/3}/s$

Für die Berechnung wird ein Bemessungsregen mit HQ 10 angesetzt, welcher von der Unteren Wasserbehörde gefordert wird.

Die Niederschlagshöhen und –spenden des DWD gemäß KOSTRA-Atlas für den angesetzten Belastungsfall sind der Anlage 3.1 zu entnehmen.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Dimensionierung der Gräben

Die hydraulischen Berechnungen ergaben teilweise erhebliche Grabentiefen. Entlang des Grabens „Ost“ sind maximale Tiefenlagen bis zu 5,17 m und im Abschnitt zwischen BAB4 sind Grabentiefen (Graben zur Hörsel) von bis zu 3,36 m zu erwarten.

Aus Tabelle 3-2 sind entsprechende Daten zur Tiefe und Böschungsbreite hinsichtlich der Variante 1 (Ableitung nur des Beckennotüberlaufes RRB Gothaer Straße im Freigefälle) zu entnehmen. Tabelle 3-3 enthält die Ergebnisse für Variante 2 (Ableitung des Beckennotüberlaufes und des Drosselabflusses im Freigefälle).

Die Tabellen sind den folgenden Seiten zu entnehmen.

Tabelle 3-2: Übersicht Daten Grabenumverlegung Variante 1 (Notüberlauf im Freigefälle)

Station [m]	Sohl-gefälle [-]	Gewässer-sohle [m ü. NN]	Gelände-höhe [m ü. NN]	Δh Graben-tiefe	Böschungs-breite [m]	Wasserspiegel
0		299,50	301,49	1,99 m	9,97 m	Zulauf Hörsel
7,18	0,04	299,78	301,68	1,90 m	9,58 m	
13,48	0,01	299,85	301,60	1,75 m	9,01 m	
19,98	0,01	299,91	301,54	1,63 m	8,51 m	
56,75	0,008	300,21	302,16	1,95 m	9,81 m	
112,59	0,007	300,62	303,68	3,06 m	14,24 m	
178,02	0,007	301,10	303,92	2,82 m	13,26 m	
191,30	0,007	301,20	304,01	2,81 m	13,23 m	
193,46	0,007	301,22	304,38	3,16 m	14,64 m	Straße
203,95	0,007	301,30	304,23	2,93 m	13,73 m	Straße
210,81	0,03	301,50	304,12	2,62 m	12,47 m	
216,33	0,03	301,67	304,16	2,49 m	11,97 m	
249,03	0,02	302,32	304,24	1,92 m	9,67 m	
312,35	0,007	302,79	304,82	2,03 m	10,12 m	
369,31	0,007	303,21	305,39	2,18 m	10,71 m	
442,10	0,007	303,75	306,20	2,45 m	11,80 m	
498,38	0,007	304,17	307,10	2,93 m	13,73 m	Weg nicht vorh.
503,58	0,007	304,21	307,10	2,89 m	13,58 m	Weg nicht vorh.
548,19	0,007	304,54	307,93	3,39 m	15,58 m	BAB4
610,38	0,007	305,00	308,66	3,66 m	16,66 m	BAB4
646,70	0,011	305,38	308,50	3,12 m	14,49 m	Beginn Graben Ost
700,00	0,005	305,64	308,53	2,89 m	13,55 m	
900,00	0,005	306,64	309,98	3,34 m	15,35 m	
938,06	0,005	306,83	309,54	2,71 m	12,83 m	
1033,28	0,005	307,31	308,81	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1100,00	0,005	307,64	309,14	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1300,00	0,005	308,64	310,14	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1436,56	0,008	309,74	311,25	1,51 m	8,05 m	
1500,00	0,01	310,37	311,92	1,55 m	8,19 m	
1700,00	0,01	312,37	313,97	1,60 m	8,39 m	
1729,97	0,005	312,52	314,01	1,49 m	7,95 m	
1761,37	0,015	312,99	314,50	1,51 m	8,02 m	
1900,00	0,019	315,59	317,02	1,43 m	7,71 m	
2049,33	0,013	317,53	319,72	2,19 m	10,74 m	
2100,00	0,005	317,79	319,96	2,17 m	10,69 m	
2158,53	0,005	318,08	319,42	1,34 m	7,36 m	
2300,00	0,005	318,79	320,55	1,76 m	9,05 m	
2360,06	0,005	319,09	321,00	1,91 m	9,65 m	
2500,00	0,005	319,79	323,05	3,26 m	15,05 m	
2700,00	0,005	320,79	323,57	2,78 m	13,13 m	
2781,92	0,005	321,20	323,50	2,30 m	11,21 m	
2900,00	0,005	321,79	325,30	3,51 m	16,05 m	größte Grabentiefe
2931,20	0,005	321,94	325,21	3,27 m	15,06 m	
2967,35	0,005	322,12	324,63	2,51 m	12,02 m	
3052,85	0,005	322,55	323,50	0,95 m	5,79 m	Auslauf RRB

Tabelle 3-3: Übersicht zur Dimension Graben „Ost“ Variante 1 (Notüberlauf und Drosselablauf).

Station [m]	Sohl-gefälle [-]	Gewässer-sohle [m ü. NN]	Gelände-höhe [m ü. NN]	Graben-tiefe [m]	Böschungs-breite [m]	Kommentar
0		299,50	301,49	1,99 m	9,97 m	Zulauf Hörsel
7,18	0,04	299,78	301,68	1,90 m	9,58 m	
13,48	0,01	299,85	301,60	1,75 m	9,01 m	
19,98	0,01	299,91	301,54	1,63 m	8,51 m	
56,75	0,008	300,21	302,16	1,95 m	9,81 m	
112,59	0,007	300,62	303,68	3,06 m	14,24 m	
178,02	0,007	301,10	303,92	2,82 m	13,26 m	
191,30	0,007	301,20	304,01	2,81 m	13,23 m	
193,46	0,007	301,22	304,38	3,16 m	14,65 m	Straße
203,95	0,007	301,30	304,23	2,93 m	13,74 m	Straße
210,81	0,03	301,50	304,12	2,62 m	12,47 m	
216,33	0,03	301,67	304,16	2,49 m	11,97 m	
249,03	0,02	302,32	304,24	1,92 m	9,67 m	
312,35	0,007	302,79	304,82	2,03 m	10,12 m	
369,31	0,007	303,21	305,39	2,18 m	10,71 m	
442,10	0,007	303,75	306,20	2,45 m	11,80 m	
498,38	0,007	304,17	307,10	2,93 m	13,73 m	Weg nicht vorh.
503,58	0,007	304,20	307,10	2,90 m	13,58 m	Weg nicht vorh.
548,19	0,007	304,54	307,93	3,39 m	15,58 m	BAB4
610,38	0,007	305,00	308,66	3,66 m	16,66 m	BAB4
646,70	0,011	305,38	308,50	3,12 m	14,49 m	Beginn Graben Ost
700,00	0,005	305,64	308,53	2,89 m	13,55 m	
900,00	0,005	306,64	309,98	3,34 m	15,35 m	
938,06	0,005	306,83	309,54	2,71 m	12,83 m	
1033,28	0,005	307,31	308,81	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1100,00	0,005	307,64	309,14	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1300,00	0,005	308,64	310,14	1,50 m	8,00 m	Gelände erhöht
1436,56	0,008	309,74	311,25	1,51 m	8,06 m	
1500,00	0,01	310,37	311,92	1,55 m	8,20 m	
1700,00	0,01	312,37	313,97	1,60 m	8,40 m	
1729,97	0,005	312,52	314,01	1,49 m	7,96 m	
1761,37	0,015	312,99	314,50	1,51 m	8,04 m	
1900,00	0,015	315,13	317,02	1,89 m	9,58 m	
2049,33	0,005	315,87	319,72	3,85 m	17,39 m	
2100,00	0,005	316,13	319,96	3,83 m	17,34 m	
2158,53	0,005	316,42	319,42	3,00 m	14,01 m	
2300,00	0,005	317,13	320,55	3,42 m	15,70 m	
2360,06	0,005	317,43	321,00	3,57 m	16,30 m	
2500,00	0,005	318,13	323,05	4,92 m	21,70 m	
2700,00	0,005	319,13	323,57	4,44 m	19,78 m	
2781,92	0,005	319,54	323,50	3,96 m	17,86 m	
2900,00	0,005	320,13	325,30	5,17 m	22,70 m	größte Grabentiefe
2931,20	0,005	320,28	325,21	4,93 m	21,71 m	
2967,35	0,005	320,46	324,63	4,17 m	18,67 m	
3052,85	0,005	320,89	323,50	2,61 m	12,44 m	Auslauf RRB

3.4.2 Wasserspiegellage des Graben „Ost“ und Graben zur Hörsel

Nach Abschluss der Wasserspiegellagenberechnung ist eine grafische Ausgabe der Ergebnisse als Längsschnitt einschl. Wasserspiegellagendarstellung des betreffenden Gewässers möglich.

Eine hydraulische Überlastung des neu verlegten Grabens „Ost“ konnte mittels Wasserspiegellagenberechnung ausgeschlossen werden. Der hydraulische Gewässernachweis erfolgte hier mittels 1D-Wasserspiegelagenberechnungsprogramms KALYPSO.

Die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnung sind in der Anlage 2.4 Gewässerlängsschnitt dargestellt.

3.4.3 Kenngrößen der Gräben

Die Böschungsbreiten und Gewässertiefen, welche sich im Rahmen einer Umverlegung ergeben, sind der Anlage 2.2 über eine Querprofildarstellung und an den entsprechenden Stationierungspunkten erkenntlich.

Entsprechend den Berechnungen der vorliegenden Studie wurde für den Graben „Ost“ eine Mindestgrabentiefe von 1,5 m bestimmt. Das Mindestgefälle beträgt 0,5 %.

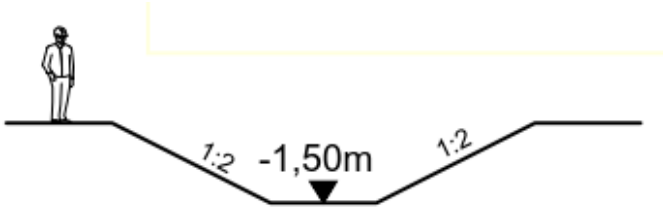


Abbildung 3-1: Mindestgrabenprofil Graben „Ost“
Mindestgrabentiefe: 1,50 m, Grabenbreite: 8 m Mindestgefälle 0,5 %; Sohlbreite 2,0 m

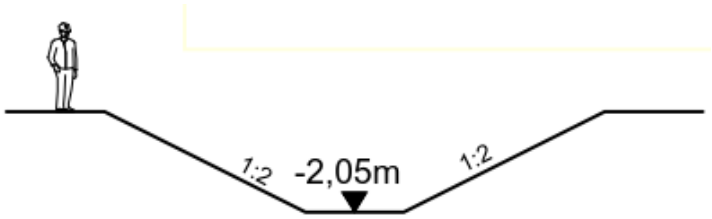


Abbildung 3-2: Mindestgrabenprofil Graben zur Hörsel
Mindestgrabentiefe: 2,05 m, Grabenbreite: 10,2 m Mindestgefälle 0,74 %; Sohlbreite 2,0 m

Für den Graben zur Hörsel wurde eine Mindestgrabentiefe von 2,05 m und ein Mindestgefälle von 0,74 % ermittelt.

Aufgrund des Geländeverlaufes ergeben sich in weiten Teilen des Grabenverlaufes größere Grabentiefen. Beim Zulauf des Regenrückhaltebeckens Gothaer Straße am Gra-

benanfang beträgt die Grabentiefe 0,95 m für Variante 1 und für die Variante 2 bereits 2,61 m, um auch den Drosselabfluss im Freigefälle ableiten zu können. Vom Grabenanfang (Station 3 + 052,85) steigt das Gelände entgegen der Fließrichtung bis zur Station 2+900,0 an. Danach fällt das Gelände in Fließrichtung ab. Bei Station 2 + 900,0 erreicht der Graben deshalb seine größte Tiefe mit 5,17 m für Variante 2 und 3,51 m für Variante 1.

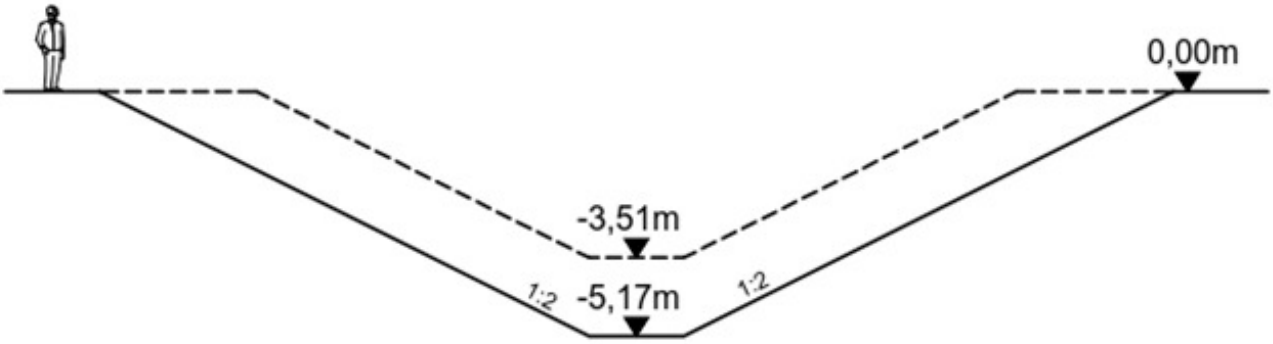


Abbildung 3-3: Grabenprofil für die größte Grabentiefe (Station 2+900,0)
Variante 1: Grabentiefe 3,51 m, Grabenbreite 16,04 m
Variante 2: Grabentiefe 5,17 m, Grabenbreite 22,68 m

Im weiteren Verlauf schwankt die Geländehöhe und infolgedessen auch die Grabentiefe, sie nimmt jedoch tendenziell ab. Dadurch nähern sich die Grabentiefen der Varianten 1 und 2 allmählich an und sind ab Station 1+761,37 identisch.

Ab Station 1+400 fällt das Gelände in Fließrichtung weniger ab als das Mindestgefälle des Grabens, so dass im nachfolgenden Bereich die Tiefe des Grabens zum vorhandenen Gelände die Mindestgrabentiefe unterschreitet. In diesem Bereich wird eine Geländeerhöhung bzw. eine Erhöhung der Grabenböschung erforderlich.

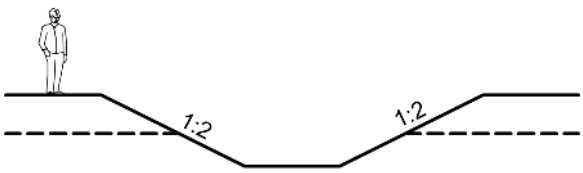
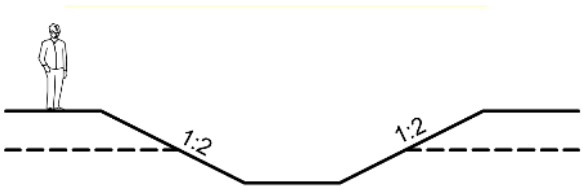


Abbildung 3-4: Grabenprofil Station 1+300,00
Grabentiefe 1,5 m bei 0,34 m Aufschüttung
- - - - - - - - vorhandene OK Gelände

In diesem Bereich wurde der Graben bewusst so flach angeordnet, um die Grabentiefen in den anderen Bereichen positiv zu beeinflusst.

Abbildung 3-5: Grabenprofil Station 1+100,00
Grabentiefe 1,5 m bei 1,05 m Aufschüttung

- - - - - - - - vorhandene OK Gelände



.Abbildung 3-6: Grabenprofil Station 1+033,28
Grabentiefe 1,5 m bei 0,81 m Aufschüttung

- - - - - - - - vorhandene OK Gelände

Im weiteren Verlauf steigt das Gelände und die Grabentiefe wieder an. Direkt vor der Autobahnunterquerung wird bei einer Sohltiefe von 305,0 m NHN eine Grabentiefe von 3,66 m erreicht. Durch die Optimierung des RRB 1 konnte die Sohltiefe der Autobahnunterquerung von der ursprünglichen Sohltiefe (304,0 m NHN) um 1 m auf 305,0 m NHN erhöht und somit die Grabentiefe um diesen Wert vermindert werden. In Abbildung 3-7 ist das Grabenprofil direkt unterhalb der Autobahnunterquerung bei Station 0+548,19 zu sehen. Darin ist das Grabenprofil vor der Optimierung gestrichelt dargestellt.

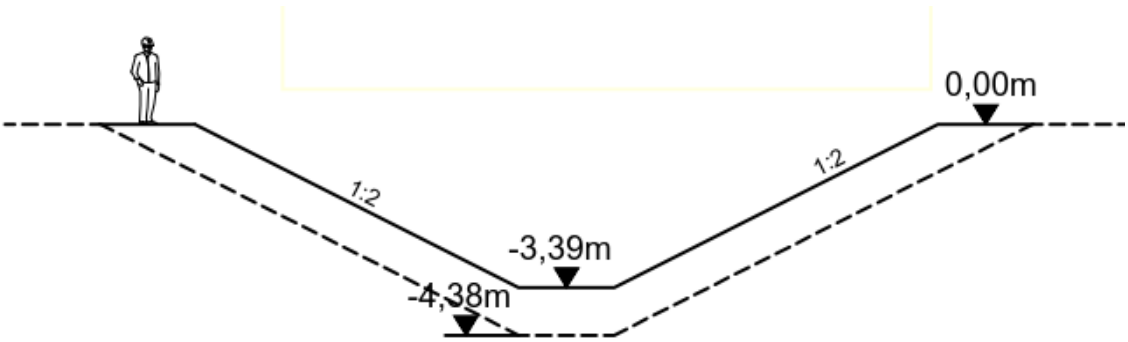


Abbildung 3-7: Grabenprofil Station 0+548,19
Grabentiefe 3,39 m, Grabentiefe vor der Optimierung 4,38 m
Grabenbreite 15,56 m, Grabenbreite vor der Optimierung 19,52 m

- - - - - - - - Grabenprofil vor der Optimierung

Im weiteren Verlauf des Grabens verringert sich die Grabentiefe und in einigen Bereichen kann die Mindestgrabentiefe ausgeführt werden. In unmittelbarer Nähe zur Mündung in den Vorfluter „Hörsel“ wird die Mindestgrabentiefe sogar unterschritten. Hier ist es sinnvoll vom Mindestgrabenprofil abzuweichen und einen flacheren und dafür etwas breiteren Graben auszuführen.

3.4.4 Maßnahmen für kritische Bereiche Graben „Ost“

Bereiche großer Grabentiefen

Insbesondere am südlichen Anfang des Graben „Ost“ ergeben sich sehr große Grabentiefen. Eine wirtschaftliche Pflege solcher Gräben ist kaum leistbar. Die maschinelle Grasmat vom Grabenrand aus ist für eine Böschungslänge von maximal 6 m möglich. In den tieferen Bereichen, insbesondere bei der Variante 2 (Ableitung des Notüberlaufes und des Drosselabflusses im Freigefälle), wird deshalb anstelle des Grabens die Verrohrung vorgeschlagen. Für den Graben Ost wird die Verlegung eines Rohres der Dimension DN 1600 erforderlich. In Abbildung 3-8 ist die Verrohrung für die Variante 2 an der tiefsten Stelle des Grabens bei Station 2+900,0 dargestellt.

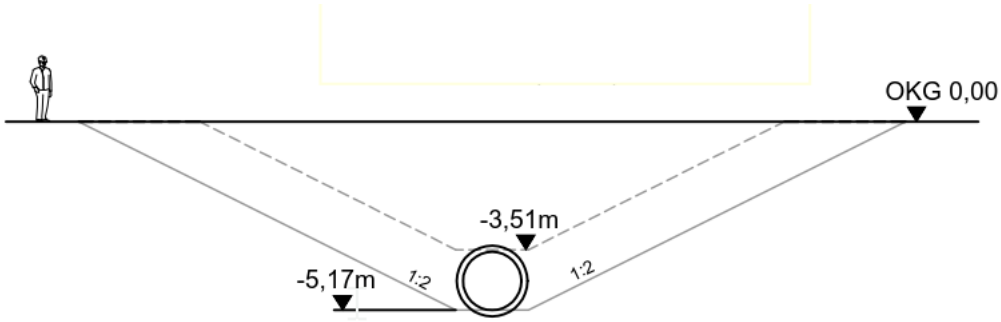


Abbildung 3-8: Graben und Verrohrung bei Station 2+900,0
Variante 1: Grabentiefe 3,51 m, Grabenbreite 16,04 m
Variante 2: Verrohrung DN 1600, Sohltiefe 5,17 m

Im Lageplan Anlage 2.2 sind die für die Verrohrung vorgeschlagenen Bereiche gelb gekennzeichnet:

- Station 3+010,0 bis 2+250,0, Grabentiefe: 3,2 bis 5,17 m
- Station 2+120,0 bis 2+000,0, Grabentiefe: 3,2 bis 4,0 m
- Station 2+120,0 bis 2+000,0, Grabentiefe: 3,2 bis 3,7 m

Um die Bereiche konkreter eingrenzen zu können sind detailliertere Vermessungspläne erforderlich.

Bei der Verrohrung ist die Genehmigungsfähigkeit dieser zu beachten. Die Untere Wasserbehörde genehmigt in Verbindung mit der Naturschutzbehörde die Umverlegung ei-

nes offenen Grabens durch eine Verrohrung im Regelfall nicht. Im vorliegenden Fall wird nicht der gesamte Graben verrohrt und die Gestaltung der Grünstreifen in Verbindung mit den Gräben führt zu einer erheblichen Aufwertung der neuen, offenen Gräben. Trotzdem sollte die Verrohrung auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Bereich mit niedrigen Geländehöhen

Im Bereich der Stationierung 1+300,0 bis 0+938,06 kann wie bereits beschrieben die erforderliche Tiefenlage aufgrund der geringen Geländehöhe nicht eingehalten werden. Zur Einhaltung der erforderlichen Tiefenlage werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Geländeerhöhung
  - partiell entlang der Grabenböschung oder
  - des gesamten Bereiches

  oder

- Umverlegung des ursprünglichen Grabenverlaufs im Bereich der Stationierung 1+300,00 bis 0+938,06, wobei eine Reduzierung der Bebauungsfläche einkalkuliert werden muss.

Im Lageplan Anlage 2.2 und in Abbildung 3-9 ist der mögliche Trassenverlauf, bei dem keine Geländeerhöhung erforderlich wird, gestrichelt dargestellt. Zur genauen Planung dieser Trasse sind ebenfalls detailliertere Vermessungspläne erforderlich.

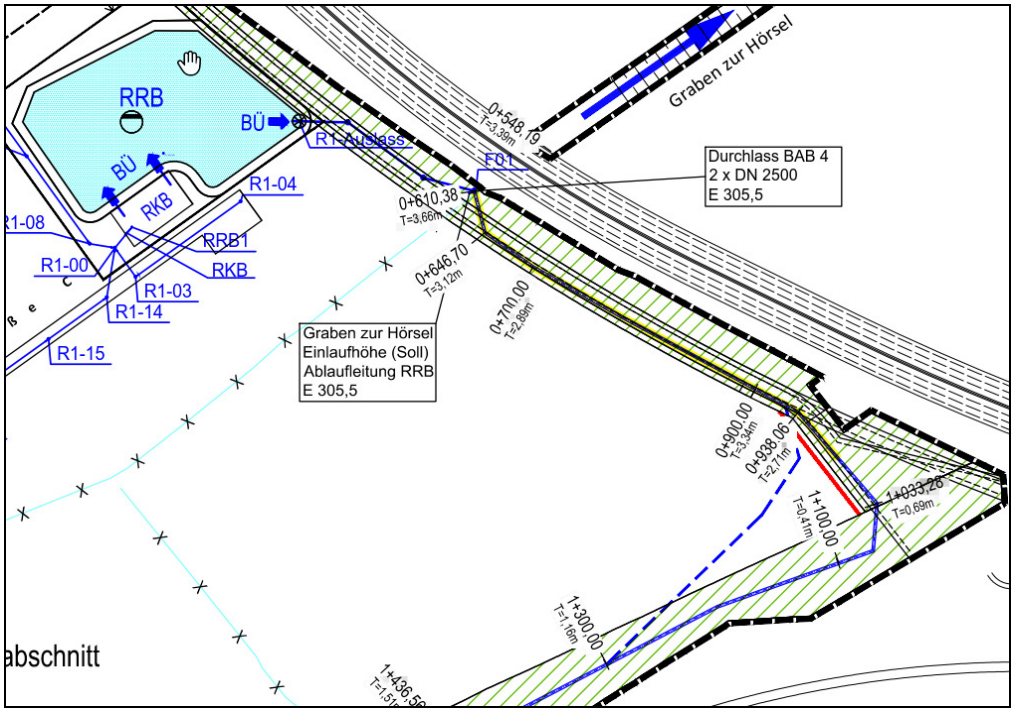


Abbildung 3-9: Alternativtrasse im Bereich des niedrigen Geländes

▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪ Alternativtrasse

Um die gewerblich nutzbare Fläche nicht zu reduzieren wird die partielle Erhöhung der Grabenböschung empfohlen (s.a. Abbildungen 3-4 bis 3-6).

Bereiche mit zu geringer Breite der Grünfläche

Bei der erforderlichen Breite für die Ausführung der Gräben ist zu beachten, dass der spätere Betreiber, die Gemeinde Hörsel, einen befahrbaren Streifen von 5 m auf jeder Seite des Grabens fordert.

In einigen Bereichen reicht die Breite der vorgesehenen Grünflächen nicht für die Ausbildung der Gräben aus. Diese sind im Lageplan Anlage 2.2 mit der notwendigen Breite rot gekennzeichnet. Im südlichen Bereich wird die Verbreiterung der Grünfläche nur dann erforderlich, wenn die Verrohrung in diesem Bereich nicht zur Anwendung kommt.

Grundstücksverfügbarkeit für den Graben zur Hörsel

Zwischen Autobahn A4 und Hörsel wurde die Grabensohle des neu dimensionierten Grabens entsprechend dem bisherigen Grabenverlauf angeordnet. Die neu dimensionierten Böschungdoberkanten befinden sich teilweise außerhalb der öffentlichen Grundstücke. In den Lageplänen Anlagen 2.3.1 und 2.3.2 sind die öffentlichen Grundstücke grün gekennzeichnet. In Abbildung 3-10 ist ein Ausschnitt aus diesen Lageplänen dargestellt.

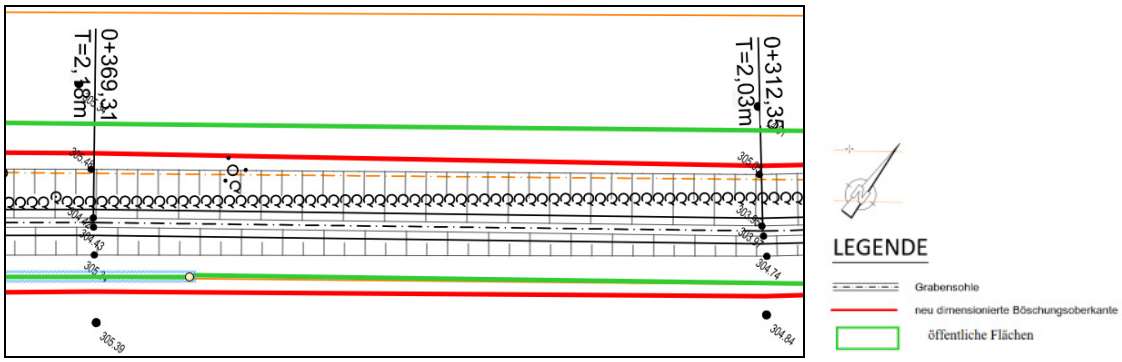


Abbildung 3-10: Graben zur Hörsel, Darstellung der öffentlichen Flächen

Es wird deutlich, dass sich die südöstliche Böschungsoberkante außerhalb des öffentlichen Bereiches befindet, während sich die nordwestliche Böschungsoberkante innerhalb des öffentlichen Bereiches befindet und noch etwas Spielraum für die Verschiebung der Böschungsoberkante aufweist. Bei der weiteren Detailplanung könnte der Graben deshalb so angepasst werden, dass er sich komplett im öffentlichen Bereich befindet.

Das trifft auf den gesamten Graben zur Hörsel zu, bis auf den ca. 50 m langen Abschnitt direkt unterhalb der Autobahn A4 (siehe Abbildung 3-11). Hier reicht der öffentliche Bereich für die Herstellung des neudimensionierten Grabens nicht aus. Der Planer schlägt deshalb vor die Verrohrung der Autobahn in diesem Abschnitt bis zur Station 0+498 weiterzuführen.

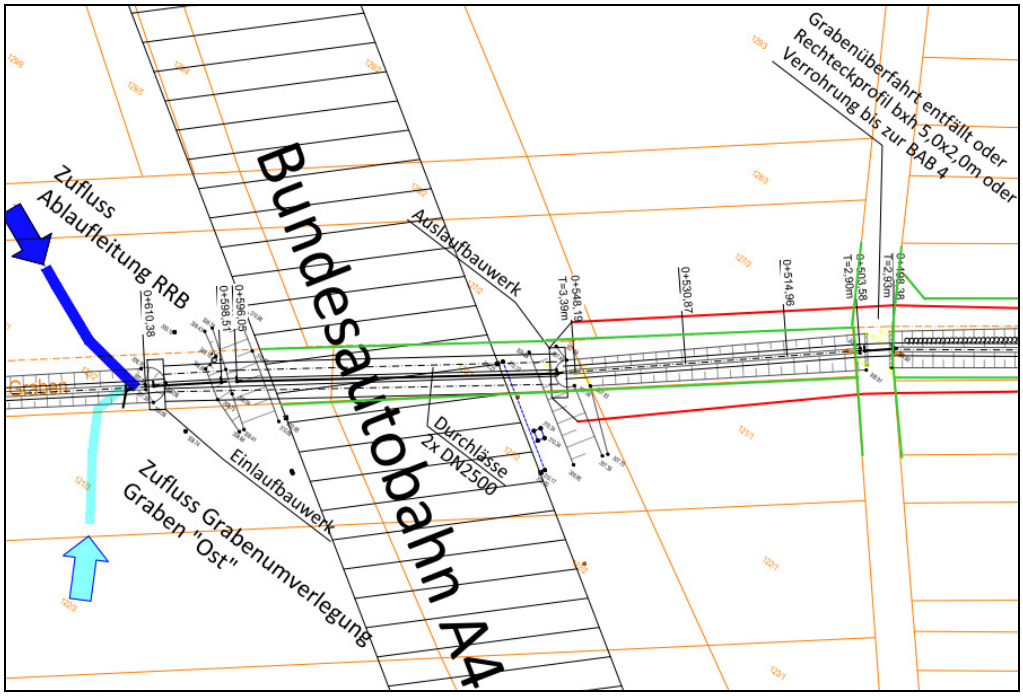


Abbildung 3-11: Graben zur Hörsel, Abschnitt direkt unterhalb der Autobahn

3.4.5 Durchlass Autobahn A4

Mittels der erfolgten hydrodynamischen Überrechnungen des Entwässerungsnetzes einschl. RRB 1 konnte nachgewiesen werden, dass in Folge der optimierten Beckentiefe des RRB 1 eine Anhebung der Tiefenlage des Durchlass am Einlaufbauwerk vor der BAB4 von ursprünglich 304,0 m NHN auf 305,0 m NHN möglich ist. Dementsprechend kann die Tiefenlage des Grabens zur Hörsel verringert werden.

Die Ausführung des Durchlass der Autobahn A4 ist durch 2 Rohre DN 2500 vorgesehen. Zur Ausführung durch ein Einzelrohr wäre die Nennweite DN 3600 erforderlich. Dies ist jedoch nicht möglich, da die Wasserspiegellage vor dem Durchlass auf 387,85 m NHN begrenzt werden muss. Bei einem Durchlass mit der Nennweite DN 3600 würde die Wasserspiegellage bei größeren Regenereignissen 388,6 m NHN betragen, es käme zum Rückstau bis in das Regenrückhaltebecken hinein und dessen Ablauf wäre nicht mehr in vollem Umfang gegeben. In der zulaufenden Regenwasserkanalisation käme es deshalb zu Überflutungen (Austritt aus den Schächten).

Die Ausführung des Durchlasses ist in Anlage 2.3 dargestellt.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Mittels hydrodynamischer Berechnung konnte eine optimierte Auslegung des Regenwasserkanalnetzes sowie des angeschlossenen Regenrückhaltebeckens RRB1 vorgenommen werden**. Das Regenrückhaltebecken konnte flacher eingeordnet und das notwendige Rückhaltevolumen von 34.000 m³ auf 22.500 m³ reduziert werden**. Im Ergebnis dessen war es möglich, die Sohlhöhe des Durchlasses unter der Autobahn A4 um 1 m höher auf 305 m NHN anzuordnen.

Die hydraulischen Berechnungen für den Graben „Ost“ ergaben eine Mindestgrabentiefe von 1,5 m bei einem Mindestgefälle von 0,5 %. Dabei wurde von einer Sohlbreite von 2,0 m und einer Böschungsneigung von 1:2 ausgegangen (s. Abb. 4-1).

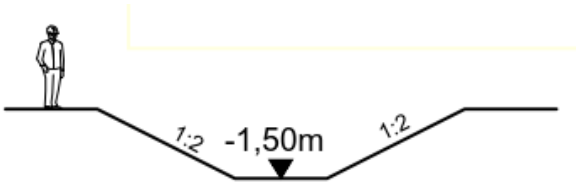


Abbildung 4-1: Mindestgrabenprofil Graben „Ost“
Mindestgrabentiefe: 1,50 m, Grabenbreite: 8 m Mindestgefälle 0,5 %; Sohlbreite 2,0 m

Für den Graben zur Hörsel wurde eine Mindestgrabentiefe von 2,05 m und ein Mindestgefälle von 0,74 % ermittelt(s. Abb. 3-2).

Durch die flachere Anordnung des RRB1 und des Durchlasses unter der Autobahn verringert sich die Tiefe des nachfolgenden Grabens zur Hörsel bis zu 1 m (siehe Abbildung 4-2).

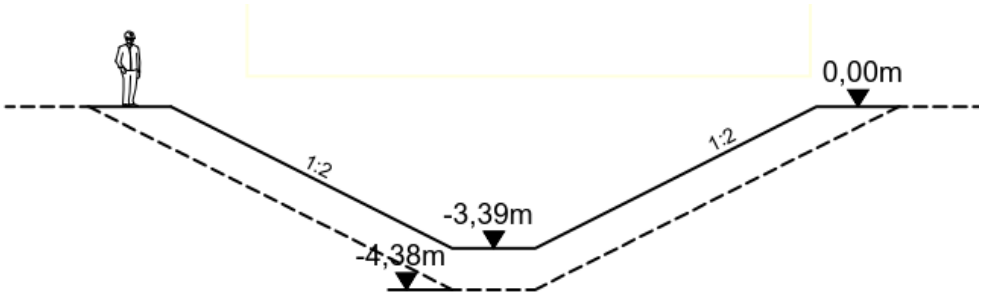


Abbildung 4-2: Grabenprofil Station 0+548,19
Grabentiefe 3,39 m, Grabentiefe vor der Optimierung 4,38 m
Grabenbreite 15,56 m, Grabenbreite vor der Optimierung 19,52 m

- - - - - - - - Grabenprofil vor der Optimierung

Insbesondere für die Variante 2 (Ableitung des Notüberlaufes und des Drosselabflusses aus dem Regenrückhaltebecken Gothaer Straße im Freigefälle) ergeben sich trotz der Optimierung in einigen Bereichen des Graben „Ost“ erhebliche Grabentiefen und -breiten. Die größte Tiefe würde der Graben bei Station 2+900,0 mit 5,17 m für die Vari-

ante 2 erreichen (siehe Abbildung 4-3). Für diese Bereiche wird eine Verrohrung mit der Nennweite von ca. DN 1600 vorgeschlagen.

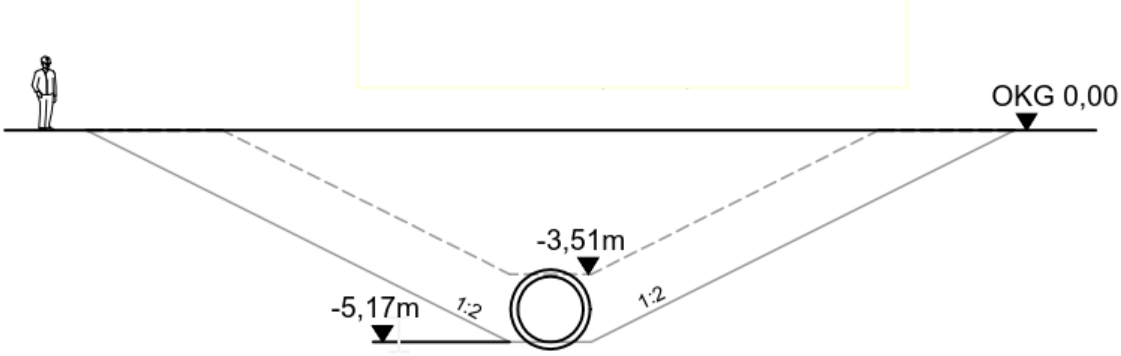


Abbildung 4-3: Graben und Verrohrung bei Station 2+900,0
Variante 1: Grabentiefe 3,51 m, Grabenbreite 16,04 m
Variante 2: Verrohrung DN 1600, Sohltiefe 5,17 m

Zwischen Station 1+300,0 und 0+938,06 durchläuft der Graben „Ost“ eine Senke mit geringen Geländehöhen, so dass die notwendige Mindestgrabentiefe in Bezug auf das vorhandene Gelände nicht erreicht werden kann. Für diesen Bereich wird eine Geländeregulierung bzw. zumindest eine Erhöhung der Grabenböschung empfohlen (siehe Abbildungen 3-3 bis 3-6). Alternativ dazu wäre eine Veränderung der Grabentrasse möglich. Dies hätte jedoch eine Verringerung der vermarktbaren Fläche zur Folge.

Die Breite der für die Ausführung des Grabens „Ost“ vorgesehenen Grünfläche ist an einigen Stellen nicht ausreichend und muss vergrößert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Gemeinde für die Bewirtschaftung auf jeder Seite der Gräben einen Freihaltestreifen von 5 m Breite fordert.

Für die Ausführung des Durchlasses unter der Autobahn sind 2 Rohre der Nennweite DN 2500 vorgesehen. Die Ausführung durch ein Rohr der Nennweite DN 3600 ist nicht möglich, da dies zu höheren Wasserspiegellagen und somit zum Rückstau in das Regenrückhaltebecken und das Regenwasserkanalnetz führen würde.

Entsprechend der derzeitigen Lage des Grabens zur Hörsel (unterhalb der Autobahn) würde der Ausbau des Grabens dazu führen, dass die Nutzung von privaten Grundstücken erforderlich ist. In einer weiterführenden Detailplanung könnte jedoch der Grabenverlauf angepasst und die Ausführung nur im öffentlichen Bereich möglich werden. Dazu wird es erforderlich die Grabensohle zu verschieben und die Verrohrung des Autobahndurchlasses bis zur Station 0+498 weiterzuführen.

In einigen Bereichen wäre es sinnvoll die Grabenbreite und die Böschungslänge durch eine größere Böschungsneigung zu verringern. Der Planung wurde eine Böschungsneigung von 1:2 zu Grunde gelegt. Diese ist entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand ohne zusätzliche Böschungssicherungen ausführbar. Um größere Böschungsneigungen vorsehen zu können, ist als Grundlage ein entsprechendes Baugrundgutachten erforderlich. Dieses sollte zur nächsten Planungsphase vorliegen.

ENDE