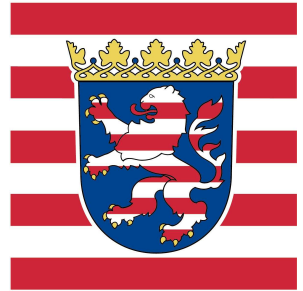


HESSEN

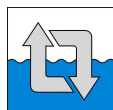


Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsma- nagement Fulda

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M
Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Di-
mensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS
Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch

Erläuterungsbericht

Projekt Nr.: 3212a
16. Juli 2014



BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Inhalt

1	ALLGEMEINES	1
1.1	Grundlagen	1
1.2	Aufgabenstellung	1
1.3	Überprüfung und Anpassung der vorhandenen hydraulischen Berechnungen	2
1.4	Beschreibung der Entwässerungseinrichtungen	4
1.5	Planunterlagen.....	4
2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	5
2.1	Regenhäufigkeit n bzw. Wiederkehrzeit T	5
2.2	Niederschlagshöhen und –spenden	5
2.3	Eingangsdaten.....	6
2.3.1	Oberhalb liegende Entwässerungsflächen	6
2.3.2	Vorhandene Regenrückhaltebecken	6
2.3.3	Allgemeine Festlegungen:.....	6
2.4	Regenrückhaltebecken RRB	9
2.5	Abflussbeiwerte	9
2.5.1	Natürlich entwässernde Flächen	9
2.5.2	Kanalisierte Flächen	9
2.6	Rauhigkeitsbeiwerte.....	10
3	HYDRODYNAMISCHE KANALNETZBERECHNUNG	10
3.1	Instationäres Berechnungsprogramm	10
4	HYDRAULISCHE BERECHNUNG.....	10
4.1	Haltungsdaten.....	10
4.2	Neue Haltungsdaten	11
4.2.1	Haltungen 8321 bis 8326	12
4.2.2	Mulde 4024 bis 4028.....	12
4.2.3	Mulde 4010 und 4020	12
4.2.4	Haltungen 8290 bis 8380	12
4.2.5	Haltungen 1290 und 1300.....	13
4.2.6	Haltung 2215	13
4.2.7	Haltungen 1310 und 1315.....	13
4.2.8	RRB 2a	13
4.3	Allgemeine Daten für das Ausbaunetz	14

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

4.4	Flächenzusammenstellungen	14
4.5	Ergebnisse im Kanalnetz	14
4.5.1	Verhalten der Regenbecken	16
4.5.2	Maximale Entlastungsmenge am RRB 3.....	17
4.6	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	17
4.7	Schlussbemerkung	21
5	PLANUNTERLAGEN	22
6	ANLAGENVERZEICHNIS.....	23

1 ALLGEMEINES

1.1 Grundlagen

Grundlage der Planung und Berechnung der Entwässerung sind:

- die „Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung“ (RAS-Ew),
- das Arbeitsblatt A 110 des DWA-Regelwerkes „Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen“,
- das Arbeitsblatt A 111 des DWA-Regelwerkes „Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen“,
- das Arbeitsblatt A 118 des DWA-Regelwerkes „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“.

1.2 Aufgabenstellung

Die vorliegende Überprüfung und Dimensionierung beinhaltet die Betrachtung der vorhandenen und geplanten Entwässerungseinrichtungen der A 661 wie Kanäle, Absetzbecken, Regenrückhaltebecken, Drosseleinrichtungen und Entlastungskanäle für den Autobahnabschnitt zwischen Anschlussstelle „Friedberger Landstraße“ und „Talbrücke Seckbach“ zwischen Str.-Km 8+835 und 10 + 400.

Die A 661 soll zwischen Anschluss Friedberger Landstr. (Bau-Km 8 + 825) und Talbrücke Seckbach (Bau-Km 10 + 215) um eine zwei- bis vierspurige Westfahrbahn erweitert werden. In einem ersten Bauabschnitt wurden auch die Entwässerungseinrichtungen für die geplante Westfahrbahn mit hergestellt, da diese zur Funktion des ersten Abschnittes oder zur Übernahme von Wassermengen aus benachbarten Abschnitten notwendig waren. Zwischenzeitlich geänderte Vorschriften und ein veränderter Planungsstand erfordern folgende Untersuchungen:

- a) Neben den ursprünglich angeschlossenen Flächen sehen weitere zukünftige Überlegungen neben einer Direktrampe von der Friedberger Landstraße auf die A 661 einen zusätzlichen Fahrstreifen an der Westfahrbahn vor. Konkrete Planungen für diesen 6-streifigen Ausbau gibt es aktuell noch nicht. Die zusätzlichen Flächen sollen jedoch beim Nachweis der Kanalisation berücksichtigt werden.
- b) Die vorhandene Kanalisation der neuen Westfahrbahn (Mittelstreifenentwässerung) liegt aufgrund des lagemäßig veränderten Mittelstreifens zum Teil in der neuen Fahrbahn. Im Rahmen der Fahrbahnerweiterung soll diese Kanalisation

(Haltung 8290 bis 8380) neu verlegt werden. Daher verändert sich die ursprüngliche Aufgabenstellung „hydraulischer Nachweis des Kanals“ in „hydraulische Dimensionierung des Kanals“ unter Berücksichtigung der Zusatzflächen des gepl. 6-streifigen Ausbaus und der Direktrampe.

- c) Das vorhandene Erdbecken RRB-2a muss als Zwischenpuffer zur hydraulischen Entlastung des unterhalb vom RRB-2a liegenden Kanalnetzes genutzt werden. Durch die veränderten Randbedingungen fließt dem gesamten System deutlich mehr Wasser zu und zwar nicht nur bis zum RRB-2a sondern auch bis zum RRB-3. Da die Abschlagmenge in das städtische Kanalnetz am RRB-3 festgeschrieben ist, müssen die zusätzlichen Wassermengen im RRB-2a zurückgehalten werden. Das RRB-2a erhält daher eine Abflussdrosselung (z. B. Wirbelventil), die eine steilere Drosselkennlinie besitzt, um die Trennschärfe TS einer üblichen Rohrdrossel zu kompensieren. Weiter muss der Drosselabfluss reduziert werden, um im unteren System Aufnahmekapazitäten für die zusätzlichen Wassermengen aus der geplanten Fahrbahnerweiterung zwischen den beiden Regenrückhaltebecken zu erhalten.

Für diese Randbedingungen sind neue hydraulische Berechnungen mit Dimensionierung des westlichen Kanalstranges sowie die Beckendimensionierung des RRB-2a unter Berücksichtigung des 6-streifigen Ausbaus zu erarbeiten.

1.3 Überprüfung und Anpassung der vorhandenen hydraulischen Berechnungen

Folgende Vereinbarungen und Annahmen wurden getroffen:

- Als Datenbasis wird die vorhandene hydraulische Berechnung vom Februar 2011 verwendet.
- Die Mehrversiegelung durch den zusätzlichen Fahrstreifen im Bereich Seckbach ist zu ermitteln und in die vorhandene Datenbasis einzuarbeiten.
- Mehrversiegelung durch Direktrampe von Friedberger Landstraße zur BAB 661 in Fahrtrichtung Frankfurt/Ost. Durch HM konnte nur ein Lageplan mit Fahrbahn ohne Höhen, Böschungen und Gräben zur Verfügung gestellt werden.
- Die Berücksichtigung einer offenporigen Asphaltdeckschicht durch einen geringeren Abflussbeiwert sowohl auf der West- als auch auf der Ostfahrbahn (ausgenommen Brückenbauwerke) bei den hydraulischen Berechnungen wurde verworfen, da sich der offenporige Asphalt während der Liegedauer, auch aufgrund der hohen Verkehrsbelastung, zusetzen wird, so dass sich der Abflussbeiwert während der Liegedauer wieder erhöhen wird.
- Ermittlung der erforderlichen Kanaldimensionen mit der Maßgabe, dass an der bestehenden Entwässerung, bis auf die Mittelstreifenentwässerung zwischen der Friedberger Landstraße und dem Galerie-Bauwerk, möglichst keine Änderungen

vorgenommen werden sollen. Der DN der Mittelstreifenentwässerung sollte nach Möglichkeit maximal um eine Nennweite vergrößert werden.

- Integrierung und Dimensionierung des RRB-2a aufgrund der vorhergenannten Informationen. Abflussdrosselung vom RRB-2a als technisches Bauwerk mit Einrichtungen, die keine Fremdenergie benötigen, unter der Maßgabe, dass die Einleitmengen zum RRB-3 eingehalten werden. Für die Berechnung wurden bei der Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H.Brombach GmbH (UFT) unter der Projektnummer D-14-29413 mehrere Abflusskurven verschiedener Wirbelventile mit einem Bemessungsabfluss Q_b zwischen 25 und 100 l/s und Nennweiten zwischen DN 150 und DN 250 angefragt. Schlussendlich wurde ein Wirbelventil mit folgenden Parametern gewählt:

- DN = 200 mm
- Typ = SU60-3
- $Q_b = 50,00$ l/s

Dieses Ventil hat die besten Berechnungsergebnisse in Bezug auf die unveränderte Nutzung des RRB-3 ergeben. Kleinere Ventile führen zu noch größeren Volumina im RRB-2a, größere Ventile führen zur Überschreitung der erlaubten Abflussmenge ($Q_{ab} < 300$ l/s) aus dem RRB-3. Aus rechentechnischen Gründen (nur lineare Zunahmen der Abflüsse sind möglich) kann die Spülspitze $Q_{spül} = 56,45$ l/s nicht berücksichtigt werden (siehe auch beigefügte Abflusskurve).

- Die geometrischen Bestandsangaben zum RRB-2a und RRB-3 stammen aus dem Entwurf der Planungsgemeinschaft Krebs und Kiefer (KuK) und Dorsch Consult (DC) aus dem Jahr 1989. Ebenso stammen große Teile der Angaben zu Haltungslänge, Nennweite, Gefälle, Sohlhöhen und Schachtbezeichnung aus diesem Entwurf (insbesondere für die Einzugsgebiete nordwestlich der Friedberger Landstr.). Im Planungsareal wurden durch das damalige ASV Frankfurt teilweise (nicht durchgängig und vollständig) geänderte Bestandsdaten eingebracht. Änderungen von Haltungslängen sind unter prinzipieller Beibehaltung der Gefälle und Nennweiten für die hydr. Berechnung irrelevant.
- Nach Rücksprache mit HM Fulda soll das Entwässerungssystem auf eine 10-jährige Häufigkeit ausgelegt werden. Im Abschnitt zwischen Friedberger Landstr. und Seckbachtalbrücke darf Oberflächenwasser aus keiner Kanalhaltung als Überstau austreten. Die Dokumentation beschränkt sich daher auf das 10-jährige Ereignis.
- Zur Ermittlung der ungünstigsten Belastung des Abschnittes wurden Blockregen mit unterschiedlicher Häufigkeit und Dauer angesetzt. In der Regel sind die kurzen Regenereignisse (beginnend mit dem 15-Minutenregen r_{15}) maßgebend für die Kanalnetzbelastung und die langen Regenereignisse (6,0 h beim RRB-2a

und 1,0 h beim RRB-3) für die Dimensionierung bzw. Nachweis der Regenrückhaltebecken.

1.4 Beschreibung der Entwässerungseinrichtungen

Im Zuge der Herstellung der Ostfahrbahn wurde ein Kanalnetz realisiert, das aus mehreren parallel laufenden Strängen (E, F, G, L und M) sowie einem seitlichen Zufluss (N) besteht. Bei Str.-Km 9 + 350 wurde ein provisorisches Regenrückhaltebecken-2a (RRB) als Erdbecken realisiert, das in der II. Ausbaustufe entfallen und an anderer Lage mit geänderten Einzugsflächen neu hergestellt werden sollte. Netzabschließend liegt das RRB-3 unter der Seckbachtalbrücke. An dieser Stelle wird das anfallende Oberflächenwasser in die Kanalisation der Stadt Frankfurt gedrosselt eingeleitet. Die genehmigte Menge konnte weder vom damaligen ASV Frankfurt noch von der Stadt Frankfurt gesichert in Erfahrung gebracht werden. Von der Stadt Frankfurt wurden maximal 300 l/s (gemäß Planfeststellungsbeschluss) genannt, die in städtische Anlagen (Kanal oder Vorfluter) abgegeben werden dürfen.

Die Stränge E und F beginnen bei Str.-Km 7+650 und leiten das anfallende Oberflächenwasser in das oben geschilderte System. Vor dem zu betrachtenden Abschnitt (ab Str.-KM 8+835) werden noch Flächen aus der Friedberger Warte entwässert. Die Zuflüsse sind an die Stränge E und G angeschlossen.

Durch Wegfall des ursprünglich geplanten Autobahndreiecks Seckbach (ursprüngliche II. Ausbaustufe) kann das provisorisch vorgesehenen RRB-2a an der vorhandenen Stelle verbleiben.

Die Planung des neuen Autobahnabschnittes der A 661 wurde überarbeitet, was an manchen Stellen zu einer Veränderung der Querschnitte führt. Dadurch bedingt kann es vorkommen, dass der Strang E nicht exakt im neuen Mittelstreifen sondern zum Teil unter den vorgesehenen Betongleitwänden oder sogar in der Fahrbahn liegt. An diesen Stellen muss der Kanal neu verlegt werden und es stellt sich die Frage nach dem notwendigen Querschnitt.

Durch den Verbleib des RRB-2a, ist es sogar möglich den Strang G teilweise an das RRB-2a anzuschließen. Weiterhin kann durch eine Volumenvergrößerung des RRB-2a eine Entlastung des weiterführenden Kanalsystems L und des RRB-3 erreicht werden.

1.5 Planunterlagen

Für die Überprüfung der Kanalisation standen folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Ostumgehung Frankfurt BAB 661 - Planunterlagen zum Bauentwurf der Entwässerung im Bereich Km 8 + 835,28 – 10 + 500,00 (Unterlage 26.1 Blatt 1 und 2) vom April 1989 mit Änderungen bis Nov. 1994.
- Tabellarische hydraulische Berechnungen der Entwässerung zwischen Knoten Preungesheim/Homburger Landstr. und Dreieck Seckbach vom 04.01.80.
- Lageplan mit dem Bauvorhaben einschl. Bestand der A 661 Ostfahrbahn zwischen 8 + 825 und 10 + 700 aus dem Jahr 2008.
- Vorabzug Regelquerschnitte A 661 km 8+825 bis 8+940 und 8+970 bis 9+750 vom Okt. 2010

2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Regenhäufigkeit n bzw. Wiederkehrzeit T

Die Überprüfung und Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen erfolgt nach RAS-Ew. Die Häufigkeit bzw. die Wiederkehrzeit des zugrunde gelegten Bemessungsniederschlags wird durch das gewünschte Maß an Verkehrssicherheit bestimmt. Im Normalfall wird bei der Bemessung von folgenden Regen- bzw. Bemessungshäufigkeiten n bzw. Wiederkehrzeiten T ausgegangen:

Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen	n = 1	T = 1 Jahr
Rohrleitungen bei Mittelstreifenentwässerung	n = 0,33	T = 3 Jahre
Straßentiefpunkte	n = 0,2	T = 5 Jahre
Regenrückhaltebecken	n = 0,2 - 0,1	T = 5 - 10 Jahre

Da das untersuchte Teilgebiet aus allen oben aufgeführten Elementen besteht, wird die Berechnung mit den vier aufgeführten Häufigkeiten (T = 1, 3, 5 und 10 Jahre) durchgeführt.

2.2 Niederschlagshöhen und –spenden

Die Niederschlagshöhen und –spenden für Frankfurt / Main ergeben sich aus dem KOSTRA-Atlas (Rasterfeld Spalte 24, Zeile 67). In **ANLAGE A** sind die maßgebenden Niederschlagshöhen und –spenden tabellarisch wiedergegeben.

Für eine Niederschlagsdauer D von 15 Minuten sind die Regenspenden beispielhaft angegeben.

$$r_{15(n=1 \text{ oder } 1 \text{ Jahr})} = 113,9 \text{ l/sha}$$

$$r_{15(n=0,33 \text{ oder alle } 3 \text{ Jahre})} = 163,6 \text{ l/sha}$$

$$r_{15(n=0,2 \text{ oder alle } 5 \text{ Jahre})} = 186,7 \text{ l/sha}$$

$$r_{15(n=0,1 \text{ oder alle } 10 \text{ Jahre})} = 218,1 \text{ l/sha}$$

2.3 Eingangsdaten

2.3.1 Oberhalb liegende Entwässerungsflächen

Am höchsten Punkt des Ausbauabschnittes (Anschluss Friedberger Landstraße) wurden drei Sammler (DN 300, DN 400 und DN 600) aus der weiterführenden Autobahn als Zuflüsse bei Km 8 + 770 übernommen, um die maßgebenden Abflüsse (Abflussswellen) als Input für den Berechnungsabschnitt zwischen Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch zu erhalten. Die Daten der Kanäle (Einzugsgebiet, Versiegelungsgrad, Nennweite, Sohl- und Geländehöhen) wurden zur Berechnung benötigt, um die Zuflussswellen (Volumen) für den hydraulischen Nachweis der Kanäle und für die Dimensionierung der Regenrückhaltebecken korrekt abbilden zu können. Bei Bau-Km 9 + 800 wurde Wasser aus einem Kanal (DN 300 bis DN 400) aus der Seckbacher Landstraße übernommen. Die Daten wurden aus den oben beschriebenen Altunterlagen gewonnen. Es wurde durch den AG nicht überprüft, ob die Daten dem Bestand entsprechen. Eine entsprechende Überprüfung durch den Unterzeichner war nicht Bestandteil des Auftrages.

2.3.2 Vorhandene Regenrückhaltebecken

Durch den AG wurden keine expliziten Bestandsunterlagen zu den vorhandenen Regenrückhaltebecken RRB-2a und RRB-3 zur Verfügung gestellt. Die Daten sollten aus den oben beschriebenen Altunterlagen und aus einem Lageplan einer aktuellen Vermessung gewonnen werden. Eine Ermittlung der Daten vor Ort durch den Unterzeichner war nicht Bestandteil des Auftrages.

2.3.3 Allgemeine Festlegungen:

Für die Bestandsüberprüfung im Februar 2011 mussten mehrere Festlegungen oder Vereinbarungen getroffen werden. Nach Sichtung der Ordner mit der Planung Ostumgehung nördlich der Kreuzung mit der Friedberger Landstraße wurde festgestellt, dass die alte Planung mit der weiterführenden (zu überplanende Abschnitt der A 661) an den Schnittstellen nicht zusammenpasst. Offensichtlich wurde im Zuge der Umplanung des Knotens mit der Friedberger Landstraße die Gradienten der BAB angehoben, d. h. die Deckel- und Sohlhöhen des alten wasserbaulichen Entwurfs sind tiefer. Weiterhin handelt es sich nicht um drei Zuflüsse, wie bisher angenommen, sondern um fünf.

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 7

- a) Als Datenbasis für die Kanäle der A 661 gilt der zur Ausführung freigegebene vorliegende Bauentwurf des Ingenieurbüros KuK vom Feb. 1990 mit Änderungen bis Nov. 1994 Unterlage 26.1 Blatt Nr. 1 und 2 (schmaler Ordner mit roten Rücken)
- b) Die in diesem Bauentwurf nicht dargestellten zuführenden Kanäle (nördlich der Friedberger Landstraße) werden aus dem wasserbaulichen Entwurf (Planfestgestellt am 04.01.1980) prinzipiell übernommen (Kanallängen, Kanaldimensionen und zugehörige Flächen).
- c) Nach Feststellung des ASV wurde die Gradiente im Bereich der Friedberger Landstraße in einem Deckblattverfahren angehoben. Die Anhebung wurde nicht in die Entwässerungsplanung übertragen. Der Übergang musste daher sinnvoll angepasst werden, da eine Bestanderhebung ein zu großer Aufwand darstellte und auch nicht beauftragt war.
- d) Höhenunterschiede an den Schnittstellen werden so überbrückt, dass die benötigten Wellen aus den oberhalb liegenden Einzugsflächen erzeugt werden können. Dies wurde so vorgenommen, dass die Kanäle an den Übergängen solange mit den größeren Dimensionen nach KuK verlängert wurden, bis die Sohlen der zufließenden Kanäle die bestehenden schneiden. Damit wurden die gewünschten Wellen erzeugt. Diese liegen wahrscheinlich auf der ungünstigeren Seite, weil die Kanäle flacher liegen und die erzeugten Wellen geringfügig länger brauchen.
- e) Aus dem Westen fließen ca. 51 l/s und 116 l/s dem Schacht E27 zu. Die 51 l/s wurden aus den Flächen gemäß altem Entwurf (1980) hergeleitet. Bei den 116 l/s konnte nicht entschieden werden, ob diese Summe nur aus den Straßenflächen stammen. Gemäß alten Entwurf (1980) fallen nur ca. 90 l/s an. Die 116 l/s wurden damals mit 120 l/sha Spende berechnet. Rückwärts gerechnet entspricht dies einer befestigten Fläche von $116 / 120 = 0,967$ ha. Diese Fläche wurde der hydraulischen Nachberechnung zu Grunde gelegt.
- f) Aus dem Osten fließen 37 l/s zum Schacht G1 zu. Dies ist eine reduzierte Menge, die aus einem bestehenden Kanalstauraum (Ei 160/240) stammt, in dem Oberflächenwasser aus der B3 zwischengespeichert wird. Nach den alten Planunterlagen (1980) fließen in den Kanalstauraum ca. 251,20 l/s. Dies entspricht wieder zurückgerechnet $251,20 / 120 = 2,093$ ha befestigte Einzugsfläche. Als Kanalstauvolumen steht offensichtlich 95,50 m Ei 160/240 zur Verfügung. Als Drosselstrecke war damals ein Kanal DN 150 mit 50 m Länge geplant. Im Entwurf KuK steht allerdings ein DN 200 mit 50 m Länge. Nach Überprüfung und Kamerabefahrung wurden für den Kanalstauraum folgende Eckwerte berücksichtigt:

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 8

- Befestigtes Einzugsgebiet 2,093 ha
- Kanalstauraum Ei 160/240 mit 95,50 m
- Drossel mit DN 200 und 50 m Länge

Die Größe des Abflusses aus dem Kanalstauraum, auch evtl. auftretender Rückstau durch fehlende Leistungsfähigkeit der weiterführenden Kanäle, wird durch das verwendete Hydraulikprogramm in Abhängigkeit von den genannten Randbedingungen selbsttätig berechnet.

- g) Als Einzugsgebiet der Seckbacher Landstraße (N1 bis N8) wurde in Absprache mit dem damaligen ASV-Frankfurt die zugehörige Straßenfläche verwendet (ca. 200 m Länge mit 18 m Breite = 0,36 ha).
- h) In den Entwürfen von 1980 und KuK wurde ein Betriebshof westlich der Trasse zwischen Bau- Km 8+840 bis 9+000 flächenmäßig berücksichtigt. Diese Flächen sollen entfallen.
- i) An der Friedberger Landstraße werden im alten Entwurf (1980) zwei Zuflüsse aus der westlichen B3 (44,3 und 50,6 l/s) in die Schächte E47 und E50 übernommen. Nach Angabe des ASV-Frankfurt wurde mit ziemlicher Sicherheit aus den Schächten E47 und E50 (alter Entwurf) im Bauentwurf die Schächte E27 und E28. Diese liegen im Polygonzug des Mittelstreifenkanals, weil die Stützenreihe der Brücke B 3 eine Verlegung des Kanals im Mittelstreifen behindert hat. Unter Punkt e) wurden 116 l/s, welche Schacht E27 zufließen in den Berechnungen berücksichtigt. Es ist anzunehmen, dass in den 116 l/s die 50,6 l/s Fahrbahntwässerung der B 3 enthalten sind. Da der Schacht E 28 keinen zusätzlichen Zufluss hat, sind auch die 44,3 l/s durch die Zuflussgröße 116 l/s des Bauentwurfes abgedeckt und müssen nicht nochmals berücksichtigt werden.
- j) Es gibt keine expliziten Bestandsunterlagen zu dem Regenbecken RRB-3. Der Entwurf KuK enthält Regelzeichnungen der beiden Becken. In Verbindung mit dem aktuell aufgemessenen Lageplan wurden mittlere Tiefen, Längen und Höhen konstruiert. Folgende Ansätze wurden in der Berechnung berücksichtigt:

RRB-3:

Länge unten/oben = 11,85/17,65 m, i.M. 14,75 m
Breite unten/oben = 37,00/42,80 m, i.M. 39,90 m
Tiefe bis OK. Gelände ca. 2,20 m
Tiefe bis OK. Notüberlauf ca. 1,00 m
=> Vol. ca. 1.108 m³
=> Vol. bis Notüberlauf ca. 422 m³

- k) Beide Richtungsfahrbahnen der Seckbachtalbrücke (nördliche und südliche Brücke) entwässern direkt in den städtischen Kanal und müssen somit in der aktuellen Überrechnung nicht berücksichtigt werden.

2.4 Regenrückhaltebecken RRB

Bei der Dimensionierung von Regenbecken hängt das notwendige Volumen nicht nur von der Struktur des Einzugsgebietes ab, sondern vom Drosselabfluss und von der Niederschlagsdauer. Es ist einsichtig, dass das Beckenvolumen steigen muss, solange der Zufluss zum Becken größer als der Abfluss aus dem Becken ist. Insbesondere die richtige Festlegung des Drosselabflusses beeinflusst das rechnerische Beckenvolumen. Um den Maximalwert des Beckeninhaltes angeben zu können, wurden für die oben angegebenen, verschiedenen Häufigkeiten n bzw. Wiederkehrzeiten T für verschiedene Regendauern D die Beckenvolumina berechnet. Die ermittelten Volumina werden grafisch dargestellt. Anhand der Darstellung ist erkennbar, ob das maximale Beckenvolumen sich innerhalb der verschiedenen Dauerstufen einstellt.

Die verschiedenen Häufigkeiten $T = 1$ Jahr, 3 Jahre, 5 Jahre und 10 Jahre ($n = 1$ bis $n = 0,1$) werden mit identischen Dauerstufen berechnet.

Folgende Dauerstufen D wurden angesetzt:

$D = 15$ min, 30 min, 45 min, 60 min (1,0 h), 120 min (2,0 h), 240 min (4,0 h), 360 min (6,0 h) und 720 min (12,0 h).

2.5 Abflussbeiwerte

2.5.1 Natürlich entwässernde Flächen

Bei der Abflussberechnung aus unbefestigten Flächen wurde ein mittlerer Wert von

$\Psi_m = \text{Beta} = 0,30$ berücksichtigt.

2.5.2 Kanalisierte Flächen

Bei der Abflussberechnung aus befestigten Flächen wurde ein mittlerer Wert von

$\Psi_m = \text{Beta} = 0,90$ berücksichtigt.

2.6 Rauigkeitsbeiwerte

Es wurden folgende Rauigkeitsbeiwerte gewählt:

- Stahlbetonrohre (Sb) $k_b = 0,75 \text{ mm}$
- Straßengräben und -mulden $k_b = 355 \text{ mm}$ bzw. $k_{St} = 30^{1/3}/s$

3 HYDRODYNAMISCHE KANALNETZBERECHNUNG

3.1 Instationäres Berechnungsprogramm

Zur Verwendung kommt ein instationäres Kanalnetzprogramm auf der Grundlage der vollständigen Differentialgleichungen von Saint-Venant. Zur numerischen Berechnung wurden die Differentialgleichungen in Differenzengleichungen überführt und diese mit einem impliziten Verfahren gelöst. Das Programm ermöglicht die hydraulisch korrekte Erfassung von Netzverzweigungen sowie von besonderen Fließzuständen wie Rückstau, Fließumkehr, schießender Abfluss und von Sonderbauwerken (Regenüberläufe, Rückhaltebecken, usw.). Neben der Berechnung von Einzelregen und der Langzeitseriensimulation kann auch eine echte Langzeitkontinuumsimulation unter Berücksichtigung der ungleichmäßigen Überregnung durchgeführt werden. Damit sind Häufigkeitsaussagen über bestimmte Netzzustände (Überstau, Beckeneinstau, Entlastungsvolumina) möglich.

4 HYDRAULISCHE BERECHNUNG

4.1 Haltungsdaten

Für das vorhandene Kanalnetz wurden die Schachtbezeichnungen aus dem alten Entwurf übernommen. Das Netz gliedert sich in sieben Teilstränge auf, die mit Buchstaben gekennzeichnet sind. Es ist zu beachten, dass Teilstränge und seitliche Zuflüsse des alten Entwurfes entfallen sind oder in der Ausführung Zwischenschächte bzw. Zwischenhaltungen nicht gebaut oder zusätzlich eingebaut wurden. In der Nummerierung fehlt daher eine durchgängige Reihenfolge der Bezeichnungen bzw. es gibt Sprünge oder Einschübe.

In der Berechnung wurden folgenden Strängen (gekennzeichnet über Schachtnummern) die nachfolgenden Haltungsnummern zugeordnet. Die Schachtnummern in Klammern liegen oberhalb des zu prüfenden Trassenabschnittes wurden aber in der Berechnung zur Wellenbildung einbezogen:

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 11

Strang E:	(E01 - E26) und E27 - E45	HNr. 8010 - 8260 und 8270 - 8450
Strang F:	(F01 - F14) und F15 - F30	HNr. 1005 - 1140 und 1150 - 1320
Strang G:	G01 - G16	HNr. 2110 - 2260
Strang L:	L01 - L28a	HNr. 8510 - 8830
Strang M:	M01 - M05	HNr. 3210 - 3250
Strang N:	N01 - N08 und N17 - N19	HNr. 3110 - 3180 und 3310 - 3330
Mulde Mu:		HNr. 4010 - 4140

Seitlich der neuen Westfahrbahn wird durch den Fahrbahnrand und Geländeeinschnitt eine Entwässerungsmulde Mu gebildet, die im Schacht LE01 in die Haltung 8740 mündet. Oberflächenwasser wird somit dem RRB-3 zugeführt.

Jeder Haltung wurde eine Teileinzugsfläche zugeordnet (Flächenmessung über CAD) und in einen Anteil befestigte Fläche (Fahrbahn, Beta = 0,90) und unbefestigte Fläche (Bankette, Beta = 0,30) aufgeteilt. Die Dateneingabe erfolgt in ha mit drei Nachkommastellen, so dass die Teileinzugsflächen durch Auf- und Abrunden in der Berechnung mit einer Genauigkeit von 10 m² erfasst wurden.

Jeder Haltung wurden eine Profilkennziffer und eine Profilbreite zugeordnet. Die Profilkennziffer KZ = 1 steht für ein Kreisprofil, KZ = 2 für ein Eiprofil, KZ = 91 für die seitliche Entwässerungsmulde (Breite 2,0 m mit Stich von 30 cm) und KZ = 98 sowie 99 für die Regenbecken RRB-2a und RRB-3.

Neben den Haltungslängen (L) wurden auch die Gelände- und Sohlhöhen (HGo, HSo und HSu) aus den zur Verfügung gestellten Unterlagen entnommen.

Eine Kanalhaltung kann drei Zuflüsse und zwei Abflüsse enthalten.

Die Netzverknüpfung und sämtliche verwendete Werte sind der tabellarischen Zusammenstellung **ANLAGE B** zu entnehmen.

In die zur Verfügung gestellten Lagepläne (teilweise mit Geländeverschnitt) wurden die Haltungsnummer, Nennweite, Haltungslänge, mittleres Sohlgefälle einschließlich haltungsbezogenen Einzugsflächen eingetragen (siehe **Unterlage Nr.: 07, Blatt Nr.: 5.1 und 5.2 und Nr. 07, Blatt Nr.: 10.1 und 10.2**).

4.2 Neue Haltungsdaten

Für das Endausbausystem mussten mehrere Modifikationen und Ergänzungen des bestehenden Kanalsystem vorgenommen werden.

4.2.1 Haltungen 8321 bis 8326

Im Strang E wurde ein seitlicher Zufluss aus der Direktrampe von der Friedberger Landstraße berücksichtigt. Es wurden 8 neue Schächte E 33a bis E 33h eingeführt. Die zugehörigen Kanalabschnitte wurden als Haltungen 8321 bis 8326 abgebildet. Für die Rampe lagen mit Ausnahme der Rampenführung in der Lage keinerlei Daten (z. B. über Böschungskörper, Längsneigung und dgl.) vor. Gemäß Vorgaben von HM sollten sinnvolle Annahmen auf der sicheren Seite getroffen werden, die sich wahrscheinlich nicht mit der endgültigen Planung decken. Das Kanallängsgefälle wurde ohne Höhenplan der Rampe einheitlich mit 30 ‰ angenommen und ist in der Ausführungsplanung entsprechend anzupassen.

4.2.2 Mulde 4024 bis 4028

In Abhängigkeit zum erweiterten E-Strang der Direktrampe zur Friedberger Landstraße ergibt sich auch für den neuen Böschungskörper am Fuß der Direktrampe eine Entwässerungsmulde, die an die bisherige Entwässerungsmulde 4030 angeschlossen wurde. Die zugehörigen Haltungen für die Berechnung haben die Nummern 4024 bis 4028 erhalten. Die zugehörigen Einzugsflächen wurden abgeschätzt, weil kein verbindlicher Lageplan mit Böschungskörper vorliegt. Das Längsgefälle der Mulde wurde ohne Geländemodellierung einheitlich mit 20 ‰ angenommen und ist in der Ausführungsplanung entsprechend anzupassen.

4.2.3 Mulde 4010 und 4020

Durch die Direktrampe zur Friedberger Landstraße entsteht zwischen Direktrampe und A 661 ein Dreieckszwickel, der entwässert werden muss. Die Fläche wurde der Mulde 4010 zugeschlagen. Die Haltung 4020 übernimmt die gesamte restliche unbefestigte Fläche, des immer spitzer zulaufenden Zwickels. Der Abfluss aus beiden Haltungen wird im Schacht E33h in den neuen Seitensammler der Direktrampe übernommen.

4.2.4 Haltungen 8290 bis 8380

Der bisherige Mittelachskanal zwischen Schacht E 29 und E 38 ist als DN 700 in der Lage neu zu bauen. Die Kreuzung der Ostfahrbahn (Haltung 8380) wurde ebenfalls als DN 700 ausgelegt.

Falls es die Planung und die Überdeckung zur Fahrbahn zulässt wäre es günstiger einen DN 800 mit ca. 10,00 ‰ neu herzustellen.

4.2.5 Haltungen 1290 und 1300

Der Zulauf zum RRB-2a wird vollständig neu geordnet. Die Haltung 1290 ist als DN 1000 und die Haltung 1300 als DN 1200 herzustellen.

Falls die Ausführungsplanung des RRB-2a eine geänderte Leitungsführung (z. B. Tiefenlage) vorsieht, so können entsprechende Rohre mit vergleichbarer Leistungsfähigkeit in die gewünschte Tiefenlage gelegt werden.

4.2.6 Haltung 2215

Zum Abfangen des G-Stranges wird dieser im Schacht G 12 unterbrochen und durch einen neuen Kanal DN 400 (Haltung 2215) in den Zulaufkanal HNr. 1300 des RRB-2a geleitet. Die Haltung 2220 ist jetzt eine Anfängerhaltung und sollte zur eindeutigen Entkopplung einen neuen Anfangsschacht erhalten.

4.2.7 Haltungen 1310 und 1315

Hinter dem RRB-2a sind die Abläufe neu zu ordnen, um an die Haltung 1320 anschließen zu können. Das Gefälle der beiden Haltungen wurde mit ca. 3,0 ‰ angenommen, muss aber auf die bestehende Situation angepasst werden. In Abhängigkeit von der Anschlusshöhe im Schacht 1320 und der Auslegung des RRB-2a (Beckensohle im Drosselschacht) ist das Gefälle und evtl. die Nennweite anzupassen. Es muss ein Rohr mit vergleichbarer Leistung eingebaut werden.

4.2.8 RRB-2a

Das RRB-2a wurde als offenes Becken mit trapezförmigen Aufbau in der Berechnung berücksichtigt. In der Ausführungsplanung ist die Form in Abhängigkeit von den Vorgaben der RAS-Ew zu wählen. Folgende Randbedingungen sind dabei zu beachten:

- Das Nutzvolumen bis zur Notüberlaufschwelle sollte ca. 3.720 m³ betragen
- Zwischen Oberkante Notüberlaufschwelle und der tiefsten Geländehöhe am Beckenrand sollte ein Sicherheitsabstand von ca. 1,0 m liegen, damit beim Anspringen des Notüberlaufes noch ausreichender Abstand zwischen Wasserspiegel und Gelände vorhanden ist.
- Die Höhe der Notüberlaufschwelle ist unter Wahrung der beiden obigen Angaben frei wählbar.
- Die Beckensohle des RRB ist in Abhängigkeit von der verwendeten Drossel zu wählen. Bestimmte Drosseleinrichtungen benötigen einen Sohl sprung zwischen Zulauf und Ablauf.

4.3 Allgemeine Daten für das Ausbaunetz

Die Haltungsanzahl von Haltung 1.005 bis 8.830 beträgt	176
Die Gesamtlänge aller Haltungen des Netzes beträgt	9.184,40 m

4.4 Flächenzusammenstellungen

Bei der nachfolgenden Zusammenstellung wird jeweils die gesamte angeschlossene Fläche ΣA_E und die undurchlässige Fläche ΣA_U (natürliche Fläche multipliziert mit dem Abflussbeiwert) angegeben. Es werden die Direkteinzugsflächen der beiden RRB unterschieden. Zusätzlich wird noch die Fließzeit bei Vollfüllungsabfluss angegeben.

Summe A_E am RRB-2a	$\Sigma A_E = 17,33 \text{ ha}$
Summe A_E bis RRB-3	<u>$\Sigma A_E = 6,42 \text{ ha}$</u>
Gesamtsumme A_E am RRB-3	<u><u>$\Sigma A_E = 23,75 \text{ ha}$</u></u>
Summe A_U am RRB-2a	$\Sigma A_U = 11,01 \text{ ha}$
Summe A_U bis RRB-3	<u>$\Sigma A_U = 4,36 \text{ ha}$</u>
Gesamtsumme A_U am RRB-3	<u><u>$\Sigma A_U = 15,83 \text{ ha}$</u></u>
Summe t_f am RRB-2a	$\Sigma t_f = 19,80 \text{ min}$
Summe t_f bis RRB-3	<u>$\Sigma t_f = 5,80 \text{ min}$</u>
Gesamtsumme t_f am RRB-3	<u><u>$\Sigma t_f = 25,60 \text{ min}$</u></u>

4.5 Ergebnisse im Kanalnetz

Das Kanalnetz wurde mit den Häufigkeiten nach Pkt 2.1 und dem Niederschlag nach Pkt. 2.2 belastet.

Als wichtigstes Ergebnis der Berechnung gilt festzuhalten, dass unter den oben beschriebenen Annahmen und Vorgaben für die Wiederkehrzeit von $T = 10$ Jahren (Berechnungsfall der RAS-Ew für Regenrückhaltebecken) alle Haltungen ohne Überstau über Gelände (Wasseraustritt an Schächten bzw. Einläufen) auskommen.

Eine Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse enthalten die **ANLAGEN E-G**.

In den Plänen **Unterlage Nr.: 07, Blatt Nr.: 5.1 und 5.2** sind in dem Berechnungssystem für $T = 5$ Jahre alle Haltungen mit einem höheren Belastungsgrad als 1,0 und alle Haltungen mit einem geringeren Abstand als 1,0 m zum Gelände markiert.

In den Plänen **Unterlage Nr.: 07, Blatt Nr.: 10.1 und 10.2** sind in dem Berechnungssystem für $T = 10$ Jahre alle Haltungen mit einem höheren Belastungsgrad als 1,0 und alle Haltungen mit einem geringeren Abstand als 1,0 m zum Gelände markiert.

Auf der Daten-CD sind für die Bestandsberechnung unter dem Verzeichnis „**Berechnungen**“ in dem Unterordner „**Endausbau**“ für die unterschiedlichen Häufigkeiten T und allen Dauerstufen D die Ergebnisse gespeichert.

Folgende Unterverzeichnisse für die unterschiedlichen Häufigkeiten wurden angelegt:

- Für die Häufigkeit $T = 1$ Jahr heißt das Unterverzeichnis **T01**.
- Für die Häufigkeit $T = 3$ Jahre heißt das Unterverzeichnis **T03**.
- Für die Häufigkeit $T = 5$ Jahre heißt das Unterverzeichnis **T05**.
- Für die Häufigkeit $T = 10$ Jahre heißt das Unterverzeichnis **T10**.

In den jeweiligen Unterverzeichnissen sind folgende Ergebnisdateien enthalten:

- Für die Dauerstufe $D = 15$ min **A.ERG, A.SBE und A.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 30$ min **B.ERG, B.SBE und B.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 45$ min **C.ERG, C.SBE und C.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 1,0$ h **D.ERG, D.SBE und D.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 2,0$ h **E.ERG, E.SBE und E.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 4,0$ h **F.ERG, F.SBE und F.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 6,0$ h **G.ERG, G.SBE und G.SES**
- Für die Dauerstufe $D = 12,0$ h **H.ERG, H.SBE und H.SES**

In der **ERG-Datei** sind auf der A-Seite neben Lage und Netzzusammenhang, Haltungslänge, Einzugsfläche, Trockenwetterabfluss auch die Sohl- und Geländehöhen abgedruckt. Auf der B-Seite sind die Regenwetterabflüsse, die Profildaten, die Leis-

tungsfähigkeit bei Vollfüllung Q_v , die Teilfüllungswerte und Daten zum Rückstau und der Belastung dokumentiert. Die letzte Spalte enthält den Belastungsgrad Q/Q_v .

Beispielhaft für alle Ergebnisdateien aller Häufigkeiten T und Dauerstufen D ist in der **ANLAGE C** das Ergebnis für die 5-jährige Häufigkeit bei einer Dauerstufe D = 15 min abgedruckt. In der **ANLAGE D** das Ergebnis für die 10-jährige Häufigkeit bei einer Dauerstufe D = 15 min abgedruckt. Diese Ergebnisse stellen die maximalen Belastungen der Kanäle (nicht der Regenbecken) dar.

Die **SES-Datei** enthält eine Auswertung der Kanalhaltungen zum Abstand zwischen maximalen Wasserstand und der Straßenoberfläche:

Es wird zwischen

$1,00 \text{ m} < A < 0,50 \text{ m}$

$0,50 \text{ m} < A < 0,25 \text{ m}$

$0,25 \text{ m} < A < 0,00 \text{ m}$

und Überstau unterschieden.

Ein Abstand $< 0,25 \text{ m}$ gilt als bedenklich.

4.5.1 Verhalten der Regenbecken

Für die Regenrückhaltebecken wurden in Abhängigkeit der verschiedenen Dauerstufen und verschiedenen Abflussdrosselwerten am RRB-2a die notwendigen Beckenvolumina ausgerechnet. Für die Berechnung wurden bei der Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H.Brombach GmbH (UFT) unter der Projektnummer D-14-29413 mehrere Abflusskurven verschiedener Wirbelventile mit einem Bemessungsabfluss Q_b zwischen 25 und 100 l/s und Nennweiten zwischen DN 150 und DN 250 angefragt. Schlussendlich wurde vereinbarungsgemäß ein Wirbelventil der Nennweite DN 200 mit einem Bemessungsabfluss $Q_b = 50 \text{ l/s}$ gewählt. Dieses Ventil hat die besten Berechnungsergebnisse in Bezug auf die unveränderte Nutzung des RRB-3 ergeben. Kleinere Ventile führen zu noch größeren Volumina im RRB-2a, größere Ventile führen zur Überschreitung der erlaubten Abflussmenge ($Q_{ab} < 300 \text{ l/s}$) aus dem RRB-3.

Eine Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse enthält die **ANLAGE G**. In den zugehörigen grafischen Darstellungen **ANLAGE H** und **ANLAGE J** ist ersichtlich, dass aufgrund der wieder abfallenden Kurven die jeweils maximalen Regenereignisse zur Bestimmung der Beckenvolumina in den verwendeten Regendauern D enthalten sind.

4.5.2 Maximale Entlastungsmenge am RRB-3

Die maximale Wassermenge, die aus dem System in städtische Einrichtungen austritt ist ebenfalls in der **ANLAGE G** dargestellt. Die Wassermengen, die aus dem RRB-3 in die städtischen Einrichtungen fließen sind als Summe der beiden letzten Spalten zu verstehen. Der ungünstigste Regen stellt sich bei einer Dauer von 1,0 h ein. In allen untersuchten Wiederkehrzeiten T unterschreitet die Summe aus Q Drossel und Q Überlauf die Menge von 300 l/s.

4.6 Zusammenfassung und Empfehlungen

- Mit den oben beschriebenen Randbedingungen und Vorgaben wurden für die Häufigkeiten T = 1 Jahr, 3 Jahre, 5 Jahre und 10 Jahre für die Dauerstufen D = 15 min, 30 min, 45 min, 1,0 h, 2,0 h, 4,0 h, 6,0 h und 12,0 h in der Summe als Ergebnisdokumentation 32 Berechnungen durchgeführt. Da in den Berechnungen zusätzlich noch das Q_{ab} und das Volumen des RRB-2a variabel waren, wurden weitere Berechnungen zur Optimierung notwendig. Von diesen zusätzlichen Berechnungen (siehe auch Pkt 4.5.1) wurden vereinbarungsgemäß keine Ergebnisse dokumentiert, weil diese Zwischenergebnisse zu Verwechslungen führen können.
- Die Kanalhaltungen H8290 bis H8380 müssen auf DN 700 vergrößert werden. Das mittlere Gefälle beträgt 10,00 ‰. Die Haltungen H8360 bis H8380 sind beim 15-Minutenregen und einem 10-jährigen Ereignis geringfügig überlastet ($Q/Q_v = 1,00$), der Wasserspiegel steigt aber maximal auf 0,53 m unter Gelände. Dies kann man nur vermeiden, wenn die Haltung H8380 auf DN 800 vergrößert, tiefer oder steiler gelegt wird.
- Die Haltungen H1290 muss auf DN 1000 und der Zulauf zum RRB-2a (H1300) auf DN 1200 mit je 5,0 ‰ vergrößert werden.
- Die Haltung H2215 zwischen Schacht G12 und RRB-2a muss als DN 400 mit 20,00 ‰ neu gebaut werden.
- Der Abfluss aus dem RRB-2a wird an einem Drosselbauwerk mit integriertem Notüberlauf gedrosselt. Als Abflussdrossel ist ein Wirbelventil mit einer Drosselleistung von 50 l/s bei Einstau des Beckens bis zum Notüberlauf vorgesehen. Bei geringeren Einstauhöhen im Becken ergeben sich geringere Abflusswerte (siehe auch tabellarische Zusammenstellung **ANLAGE G - Einstauvolumina und Abflüsse der Regenrückhaltebecken**). Der integrierte Notüberlauf ist Bestandteil des Drosselbauwerks und entlastet in eine Kammer hinter der Wirbelventildrosselung. Als Schwellenlänge des Notüberlaufs wurde 3,0 m gewählt.

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 18

- Die Abflussleitungen hinter dem Drosselbauwerk (H1310 und H1315) müssen auf DN 500 mit einem Gefälle von 3,00 ‰ vergrößert werden und an die H1320 (Bestand DN 600) angeschlossen werden, um auch Wassermengen des Notüberlaufs aufnehmen zu können.
- Das RRB-2a wird als offenes Becken mit Böschungsneigungen 1 : 1,5 angelegt. In der Berechnung wird eine mittlere untere Sohlbreite von $B = 28,00$ m, bzw. obere Breite von 35,80 m und eine Länge von $L = 60,00$ m angenommen. Die Beckentiefe ergibt sich i. M. zu 2,60 m. Es ist aber jede andere Geometrieform denkbar, die den Forderungen der RAS-Ew entspricht. In der Berechnung wurde das Becken über eine Speichereinhaltslinie berücksichtigt, die von der Geometrie vollkommen unabhängig ist.
- Das RRB-3 geht unverändert mit den Bestandswerten in die Berechnung ein. Es gibt eine untere Rohrdrossel in das städtische Kanalnetz und einen Notüberlauf in den Riedgraben.
- Die sich ergebenden Einstauvolumina für alle 32 Berechnungen sind der **ANLAGE G** – „Einstauvolumina und Abflüsse der Regenbecken“ zu entnehmen. In der Tabelle erkennt man, dass mit dem gewählten Volumen des neuen RRB-2a bei einer 10-jährigen Häufigkeit der Notüberlauf anspringt (gelbe Markierung). Die Überlaufmenge $Q_{\text{Überlauf}}$ kann im nachfolgenden System bis zum RRB-3 schadlos abgeleitet werden und trifft auf ein RRB-3, das sich schon in der Entleerungsphase befindet. Das Überlaufvolumen aus dem RRB-2a (max. 237 m^3 bei einem Regenereignis von 6,0 h) kann im RRB-3 schadlos zwischengespeichert werden.
- Die Haltungen mit einem Abstand A des max. Wasserspiegels von der Geländeoberfläche, der geringer als 1,00 m ausfällt, sind für alle 32 Berechnungen einer weiteren Tabelle (siehe **ANLAGE F**) zu entnehmen. In keiner Haltung im 10-jährigen Belastungsfall zwischen Friedberger Landstr. und Erlenbruch, wird ein Abstand von Geländeoberkante zum Wasserspiegel Wsp_o von 0,25 m unterschritten. Im 5-jährigen Ereignis bleibt der Wasserspiegel mindestens 0,50 m unter GOK.
- Die Haltungen mit einem Belastungsgrad $Q/Q_v > 1,00$ sind für die Häufigkeit 10 Jahre in einer weiteren Tabelle (**siehe ANLAGE E**) enthalten.
- In den Lageplänen sind für das 5- und 10-jährige Ereignis die neuen Haltungen (rote Stränge), der Belastungsgrad durch farbige Haltungsbeschriftungen und der Abstand des max. Wasserspiegels zum Gelände durch farbige Rahmen der Haltungsbeschriftung erkennbar. In den tabellarischen Zusammenstellungen sind zusätzlich die wichtigsten Werte aufgeführt.

- In den Ergebnisausdrucken können sowohl alle Eingangsdaten (Seite A) als auch die Ergebnisse der hydr. Berechnung (Seite B) abgelesen werden
- Die exakte Lage einer Kanalleitung ist für die hydraulische Berechnung von untergeordneter Bedeutung ist. Maßgebend ist die vollständige Erfassung der Einzugsflächen.
- Der neue Kanal (H8290 bis H8370) ist in den neuen Mittelstreifen einzupassen. Es ist vollkommen unerheblich, ob er mittig liegt. Die Mittelstreifenfläche wurde auf jeden Fall dem neuen Kanal zugeordnet.
- Falls es sich im Rahmen der Ausführungsplanung herausstellen sollte, dass die weiterführenden Kanäle aufgrund ihrer Lage neu gebaut werden müssen, so gilt folgende Aussage:

Die Haltungen H8385 bis H8400 können statt DN 700 in DN 300 gebaut werden. Es ist dabei zu prüfen ob dieser kleine Mittelstrang nicht an die Anfangshaltung H8430 angehängt werden kann und die Fahrbahnkreuzung H8400 dann entfällt. Zwischen Schacht E38 und E43 kann ein DN 300 Sb mit mind. 10 ‰ verlegt werden. Das Gefälle ist an die Notwendigkeit anzupassen sollte aber nicht geringer als 10 ‰ werden.

- Falls sich im weiteren Verlauf ein Neubau der Haltungen H8440 bis H8540 ergeben sollte, so kann ein DN 500 eingebaut werden. Zwischen H8550 und H8650 würde man dann konsequenterweise ein DN 600 vorsehen.
- **Die Berechnung der oben aufgeführten Kanäle hat keine Notwendigkeit des Austausches erbracht!**
- Im Zulauf zum RRB-2a sind im Rahmen der Ausführungsplanung noch erhebliche Freiheiten hinsichtlich Sohlhöhen und Gefällen der zu- und ablaufenden Kanäle vorhanden.
- Die Sohlhöhen unten der Haltungen H 1260 ($HSu = 142,51$) und H 8370 ($HSu = 142,69$) liegen prinzipiell fest. Die Querung (H 8380) und der Zulauf zum RRB-2a (H1290 und H 1300) werden neu gebaut.
- Für die H 8380 wurde eine tiefere Sohlhöhen angenommen ($HSo = 142,28$ und $HSu = 142,10$). Es kann daher wahrscheinlich auch problemlos ein DN 800 in der Kreuzung verlegt werden. Der Übergang zum RRB-2a (H1290) wurde mit einem Gefälle von 5,0 ‰ zur Beruhigung gewählt ($HSo = 142,10$ und $HSu = 142,00$). Der Zulauf zum RRB-2a (H 1300) wurde ebenfalls mit 5,0 ‰ gewählt mit $HSo = 142,00$ und $HSu = 141,95$). Die Beckensohle des RRB-2a am Zulauf liegt bei ca. 141,10. Selbstverständlich kann der gesamt Zulauf so hergestellt werden, dass der Zulaufkanal an der Beckensohle einmündet. Der Zulauf kann

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 20

also um ca. 80 cm tiefer liegen. Dies macht hydraulisch gesehen keinen Unterschied mit der Ausnahme, dass die Wasserspiegellinie absinkt.

- Die Auslaufsohle des RRB-2a ist mit 140,80 angenommen. Auch diese kann bei Bedarf (z. B. wenn der Anschluss der Ablaufleitungen H1310 und H1315 Probleme bereitet) leicht angehoben werden. Es ist nur darauf zu achten, dass zwischen OK Notüberlauf und dem geringsten Beckenrand ein ausreichender Abstand liegt. Der weiterführende Planer erhält somit genug Spielraum, sich an örtliche Zwangspunkte oder Besonderheiten anzupassen.

4.7 Schlussbemerkung

Durch den Neubau von den oben angegebenen Kanälen und Netzveränderung im Bereich des RRB-2a konnte der Entwässerungskomfort (kein Rückstau über Gelände) für die vorgegebene Häufigkeit eingehalten werden. Die Einleitung aus dem RRB-3 in das städtische Kanalnetz konnte soweit gedrückt werden, dass die erlaubte Wassermenge auch bei einer Wiederkehrzeit von $T = 10$ Jahren nicht überschritten wird.

Die Anforderungen der RAS-Ew sind somit erfüllt.

Durch Umbau des RRB-2a (Volumenvergrößerung) und Schaffung eines geregelten Abflusses (z. B. durch ein Wirbelventil) könnte ein System erzeugt werden, das allen Bedingungen (Kein Überstau, ausreichendes Rückhaltevolumen mit Abscheide- und Absetzräumen und Einhaltung von Einleitemengen) genügt.

Das vorhandene Erdbecken RRB-3 entspricht nicht den Regeln der RAS-Ew und sollte ebenfalls mit Abscheideräumen für Schwer- und Leichtflüssigkeiten ausgebaut werden, da ein großer Anteil der abfließenden Wassermengen nicht in das städtische Kanalnetz sondern in einen städtischen offenen Graben abgeschlagen wird. Für diesen Vorfluter gelten andere Einleitebedingungen als für die Einleitung ins städtische Kanalnetz.

Projekt-Nr. 3212a

Darmstadt, den 17.07.2014

Dipl. Ing. G. Zimmermann

Dipl. Ing. T. Schönrich

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge
der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 22

5 PLANUNTERLAGEN

Unterlage Nr.: 07	Bezeichnung	Maßstab
Blatt Nr.:		
5.1	Lageplan 1 - Berechnungssystem Endausbau für T = 5 Jahre und D = 15 min	1 : 1.000
5.2	Lageplan 2 - Berechnungssystem Endausbau für T = 5 Jahre und D = 15 min	1 : 1.000
10.1	Lageplan 1 - Berechnungssystem Endausbau für T = 10 Jahre und D = 15 min	1 : 1.000
10.2	Lageplan 2 - Berechnungssystem Endausbau für T = 10 Jahre und D = 15 min	1 : 1.000

BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M

Hydraulische Berechnung und Überprüfung/ Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch
Erläuterungsbericht

Seite 23

6 ANLAGENVERZEICHNIS

ANLAGE A:	Niederschlagshöhen und –spenden für Frankfurt/Main
ANLAGE B:	Eingabedaten der Kanalnetzberechnung
ANLAGE C:	Ergebnisdaten der Kanalnetzberechnung für T = 5 Jahre und D = 15 min
ANLAGE D:	Ergebnisdaten der Kanalnetzberechnung für T = 10 Jahre und D = 15 min
ANLAGE E:	Haltungen mit Belastungsgrad $Q/Q_v > 1,0$
ANLAGE F:	Haltungen mit Abstand A des maximalen Wasserstandes Wspo von der Gelände- bzw. Straßenoberfläche
ANLAGE G:	Einstauvolumina und Abflüsse der Regenrückhaltebecken
ANLAGE H:	Grafische Darstellung des Beckenvolumens RRB-2a
ANLAGE J:	Grafische Darstellung des Beckenvolumens RRB-3
ANLAGE K:	Abflusskurve für empfohlene Abflussdrosselung durch Wirbelventil
ANLAGE L:	Prinzipskizze eines Drosselbauwerkes