



Stadt Bedburg

Regenbecken in Bedburg-Kirchtroisdorf

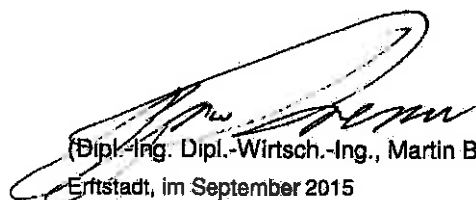
Vorplanung - Variantenvergleich

Im Auftrag der

Stadt Bedburg

bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Holzdam 8, 50374 Ertstadt


(Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Martin Bresser)
Ertstadt, im September 2015


(B. Eng., Nico Lippmann)



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung	4
2.	Projektgebiet	5
2.1.	Lage des Projektgebietes	5
2.2.	Lage des Regenbeckens im Entwässerungsgebiet	5
2.3.	Einzugsgebiet	7
3.	Grundlagen	9
3.1.	Vermessung	9
3.2.	Versorgungsleitungen	9
3.3.	Schutzgebiete	9
3.4.	Gewässer	9
3.5.	Vorlaufende Planungen und Grundlagen	10
3.6.	Bodengutachten	10
4.	Beschreibung der Varianten	11
4.1.	Funktionsweise der neuen Beckenanlage	11
4.2.	Bauwerksausführung	13
4.3.	Variantenübersicht	14
4.4.	Variante 1.1 Stauraumkanal in der Grünfläche	15
4.5.	Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche	17
4.6.	Variante 3.1: Rechteckbecken in der Grünfläche	19
4.7.	Variante 4.1: Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße	21
5.	Variantengegenüberstellung	23
5.1.	Grundlagen	23
5.2.	Kostenschätzung	23
5.3.	Betrachtungspunkte für Vorzugsvariante	25
5.4.	Vorzugsvariante	25
5.5.	Sensitivitätsanalyse	26
6.	Empfehlung	27

1. Veranlassung

Durch die Novellierung der DIN EN 752 im Jahre 2008 wurde für die Ortslagen Klein- und Kirchtroisdorf, einem Stadtteil von Bedburg, eine Neubetrachtung in der Generalentwässerungsplanung notwendig. Die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Entwässerungsnetzen werden in der DIN EN 752 und im DWA-A 118 über den Überflutungsschutz und die Überstauhäufigkeit in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung und dem damit einhergehenden Schadenspotential definiert. Als Überflutung wird ein Zustand angesehen „...bei dem Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten können und entweder auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen“ und somit einen Schaden verursachen. Es gelten:

Empfohlene Überflutungsjährlichkeit:	seltener als 1 Überflutungsereignis in 20 Jahren
Empfohlene Überstaujährllichkeit bei Neuplanung:	1 Überstau in 3 Jahren

Unter der Berücksichtigung der Vorgaben der DIN EN 752 erhielt das Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH am 11.12.2008 den Auftrag den Generalentwässerungsplan für Klein- und Kirchtroisdorf zu erstellen.

Bereits bei der Generalentwässerungsplanung 1995 / 1996 konnte mit Hilfe einer hydraulischen Kanalnetzberechnung festgestellt werden, dass die vorhandene Kanalisation im Bereich Elsdorfer Straße L 277 und der Straße Im Kellergarten in Kirchtroisdorf überlastet ist.

Die weitergehende Betrachtung der Entwässerungssituation durch den Generalentwässerungsplan im Jahre 2008 zeigte auf, dass zur Sanierung des Kanalisationseinzugsgebietes die Anordnung einer Mischwasserrückhalteinlage mit einem Nutzvolumen von mehr als 1.000 m³ notwendig sein würde. Das im Generalentwässerungsplan ermittelte Überstaubild konnte aus Betriebserfahrungen nicht bestätigt werden, daher wurden im Jahre 2012 weiterführende Abflussmessungen und eine Kalibrierung des hydrodynamischen Netzmodells durchgeführt.

Als Ergebnis dieser Kalibrierung konnte das vorzuhaltende Nutzvolumen der zu planenden Rückhalteinlage von größer 1.000 m³ auf 600 m³ reduziert werden. Als weitergehende Sanierungsmaßnahmen wurden zudem noch zwei Haltungsvergrößerungen in der Heinsberger Straße, nördlich des Beckenstandorts, aufgezeigt.

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf diese hydraulische Untersuchung mit der durchgeführten Kalibrierung. Sie untersucht verschiedene Varianten und Standorte in technischer wie wirtschaftlicher Hinsicht, um ein Nutzvolumen von 600 m³ bereitstellen zu können und gibt eine abschließende Empfehlung bezüglich einer Beckenvariante.

2. Projektgebiet

2.1. Lage des Projektgebietes

Das Projektgebiet befindet sich in Kirchtroisdorf, einem Stadtteil von Bedburg, im Nordwesten des Rhein-Erft-Kreises und damit im Zentrum des Städtedreiecks Aachen-Köln-Mönchengladbach. Die Bundesautobahn A 61 trennt die Kernstadt von Bedburg im Osten von dem Stadtteil Kirchtroisdorf im Westen (vgl. Abb. 2-1).

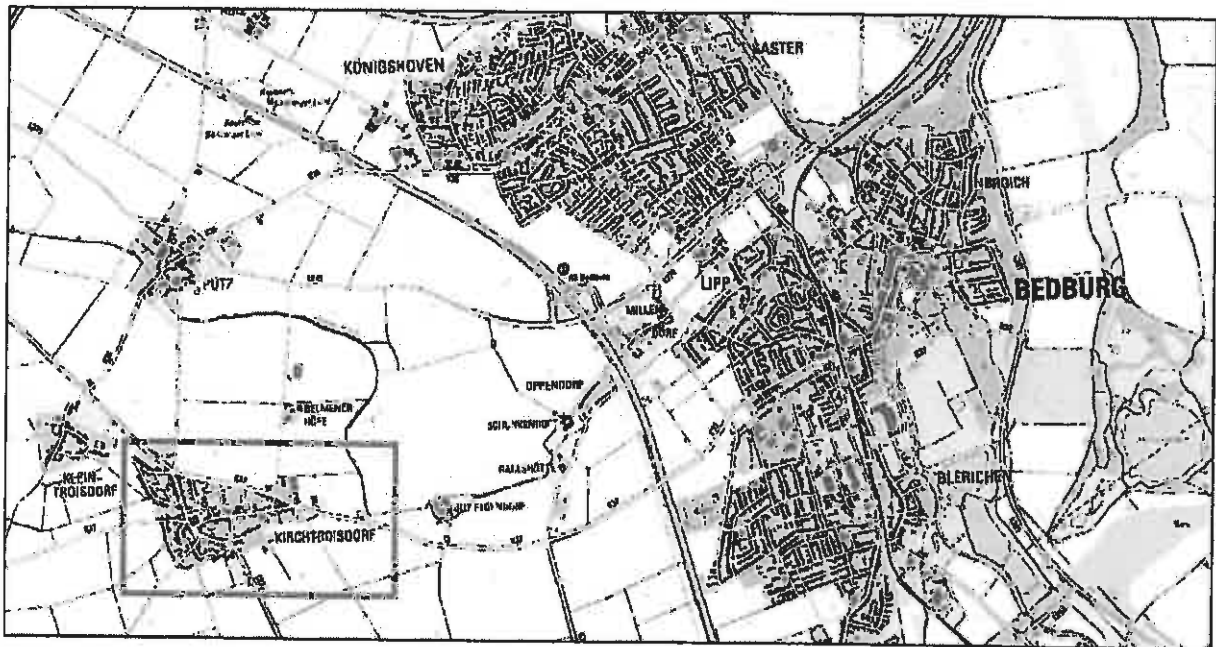


Abb. 2-1: Lage Kirchtroisdorf

Die Ortslage Kirchtroisdorf wird in nord-südlicher Richtung von der Landstraße L 277- Elsdorfer Straße, und in ost-westlicher Richtung von der klassifizierten Straße K 37- An der Spring und Rödinger Straße, durchzogen. Der Stadtkern von Bedburg befindet sich über die K 37 in ca. 5,00 km Entfernung im Osten der Ortslage Kirchtroisdorf.

2.2. Lage des Regenbeckens im Entwässerungsgebiet

Der Hauptsammler DN 700 der Ortslagen Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf leitet den Mischwasserstrom unterhalb der K 37 der Mischwasserbehandlungsanlage RÜB 116 im Osten von Kirchtroisdorf zu. Das RÜB 116 ist ein aus zwei Stauraumkanälen bestehender Stauraumkanal mit mittiger Entlastung. Bei Niederschlagsereignissen mit hohen Jährlichkeiten stellt zunächst der SKU in der Straße An der Spring (SKU1) ein Nutzvolumen von 280 m³ bereit. Darüber hinaus anfallendes Mischwasser gelangt über eine

Schwelle in den SKU im Nebenschluss (SKU2), welcher über ein Nutzvolumen von 548 m³ verfügt. Weitergehend anfallendes Mischwasser wird als nicht klärpflichtiges Mischwasser in den Pützbach abgeschlagen. Die Entleerung des klärpflichtigen Mischwassers der SKU1 und SKU2 erfolgt durch Pumpen mit einer Förderleistung von $Q_p = 18 \text{ l/s}$ in den Transportsammler des Ertverbandes. Von dort gelangt es zur Kläranlage Bedburg-Kaster.

Der hydraulisch notwendige Standorte für das zu planende Regenbecken (RB) ist in Abb. 2-2 (roter Kasten) dargestellt.

Das Becken kann entweder im öffentlichen Straßenraum oder in der angrenzenden Grünfläche gebaut werden. Die Grünfläche an der Elsdorfer Straße wird öffentlich genutzt, befindet sich aber in Privatbesitz. Eine mögliche Aufteilung dieser Fläche kann der folgenden Abb. 2-3 entnommen werden. Danach steht, bis auf einen Abschnitt parallel zur Straße Im Kamp an der südlichen Grenze, die komplette Fläche für die Anordnung eines RB zur Verfügung.

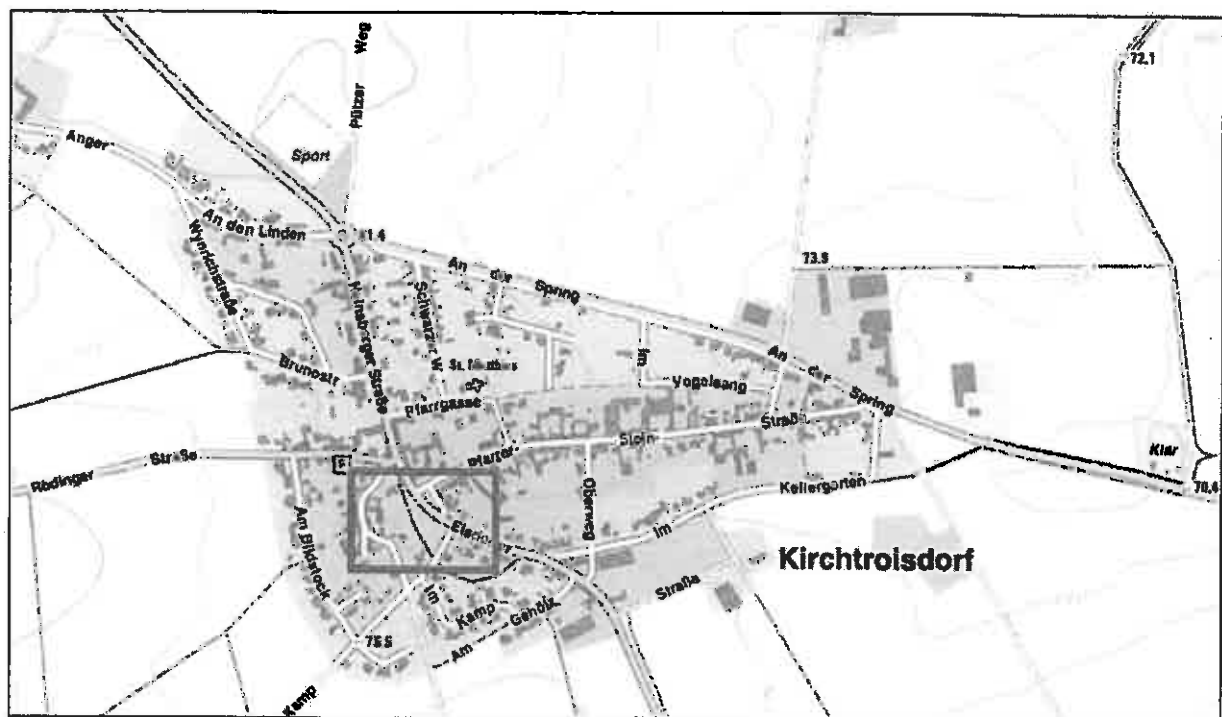


Abb. 2-2: Übersicht Kirchtroisdorf

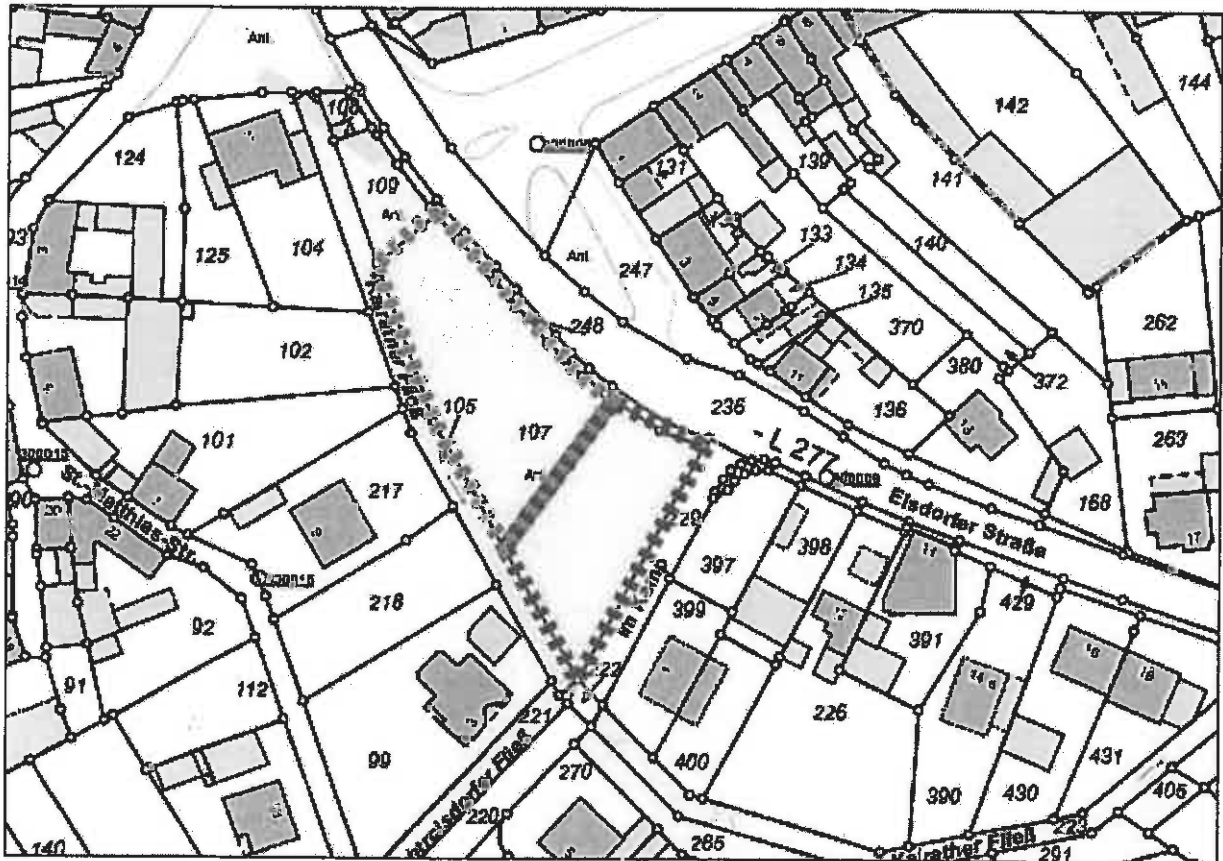


Abb. 2-3. Flächen in Privatbesitz

Die Markierungen verdeutlichen welche der Bereiche der Parzelle 107 genutzt (rot) und welche für die Anordnung eines RB nicht genutzt werden können (blau). Entgegen dieser Abbildung steht die Parzelle 109 ebenfalls für die Planungen zur Verfügung.

2.3. Einzugsgebiet

Da sich lediglich ein Teil des Entwässerungssystems oberhalb des Anordnungspunktes des RB befindet, wird dieses auf die Zuflüsse aus dem Teileinzugsgebiet bemessen. Die in Abb. 2-4 gelb dargestellten Flächen veranschaulichen das so entstehende Teileinzugsgebiet. Das kanalisierte Teileinzugsgebiet besitzt eine Gesamtfläche von 14,09 ha von denen 6,24 ha befestigte Fläche sind.

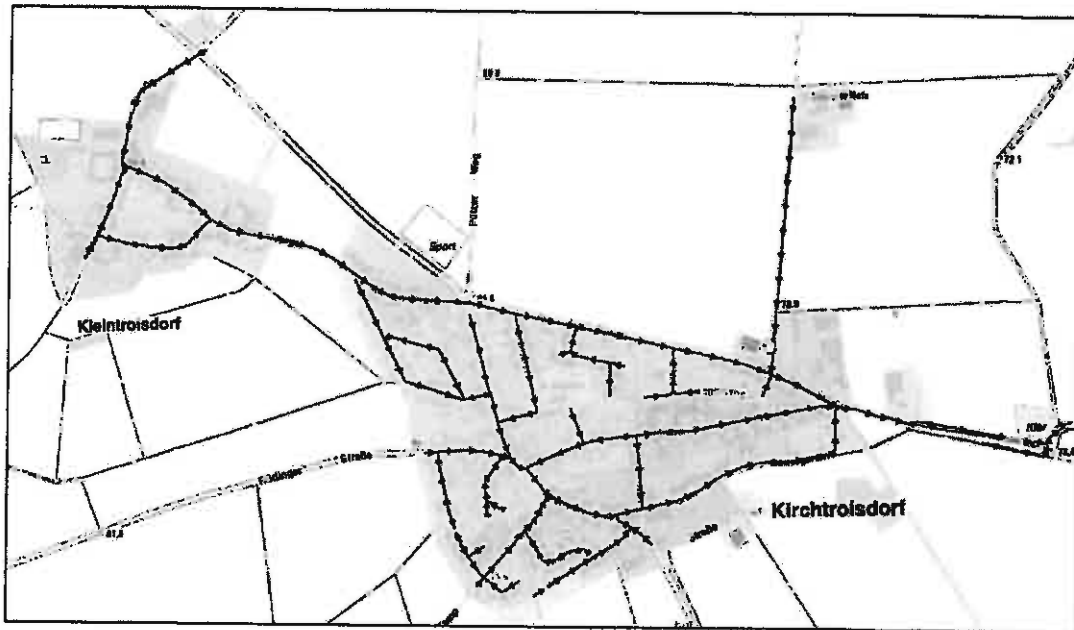


Abb. 2-4: Teileinzugsgebiet RB

3. Grundlagen

3.1. Vermessung

Die im Verlauf der Ausarbeitung erstellten Pläne zu den verschiedenen Varianten wurden auf Grundlage einer von der TRIGIS FISCHER GmbH durchgeführten Topographie- und Kanalvermessung durchgeführt.

3.2. Versorgungsleitungen

Aus einer Versorgeranfrage über die Plattform ALIZ sowie einiger Direktanfragen (bspw. NetCologne) ergeben sich diverse Zwangspunkte innerhalb der Betrachtungsflächen. Beispielfhaft sind nachfolgende Versorgungsleitungen aufgeführt, die sich innerhalb der Lagepläne zu den Variantenuntersuchungen wiederfinden.

- Stromkabel DN 50 - DN 150 (Westnetz)
- Gasleitung DN 32 - DN 110 (Westnetz)
- Wasserleitung DN 32 - DN 225 (Westnetz)
- Fernmeldekabel (Telekom)

Diese Angaben beziehen sich auf die vorhandenen Kleinst- und Großleitungen. Somit sind ebenfalls Zwischengrößen im Planungsgebiet vorzufinden.

3.3. Schutzgebiete

Informationen zum Betrachtungsgebiet hinsichtlich Wasser-, Landschafts- und Naturschutzgebieten sowie Überschwemmungsgebieten und Grundwasserständen sind über die Plattformen TIM-ONLINE und ELWAS-WEB abgerufen worden. Diese Abfragen ergaben keine Beschränkungen für die Planungen.

3.4. Gewässer

Durch die Ortslage fließt das Kalrather Fließ. Dieses fällt im überwiegenden Jahreszeitraum trocken. Nach § 97 Absatz 6 LWG, und dem inhaltlich gleich lautendem Leitfaden der zuständigen unteren Wasserbehörde, gilt es einen innerstädtischen Gewässerabstand von Bauwerken von 3,00 Meter einzuhalten.

(6) Die Eigentümer und Nutzungsberechtigten des Gewässers und seine Anlieger haben alles zu unterlassen, was die Sicherheit und den Schutz der Ufer gefährden oder die Unterhaltung unmöglich machen oder wesentlich erschweren würde. An fließenden Gewässern zweiter Ordnung und an sonstigen

fließenden Gewässern darf eine bauliche Anlage innerhalb von drei Metern von der Böschungsoberkante nur zugelassen werden, wenn ein Bebauungsplan die bauliche Anlage vorsieht oder öffentliche Belange nicht entgegenstehen.

3.5. Vorlaufende Planungen und Grundlagen

Des Weiteren lagen die in nachfolgender Tab. 3-1 aufgeführten Planungsunterlagen während der Bearbeitung vor.

Tab. 3-1: Planungsunterlagen

Planungsunterlage	Quelle	Stand
Hydraulische Kanalnetzberechnung Kirch- und Kleintroisdorf Ingenieurbüro Spitz Consultants GmbH	Stadt Bedburg	2008
Generelle Entwässerungsplanung Bedburg-Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Stadt Bedburg	2008
Kalibrierung des hydrodynamischen Kanalnetzmodells für die Ortslagen Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Stadt Bedburg	2012
Feststellung von Außengebietsabflüssen zu den Ortslagen Pütz und Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf der Stadt Bedburg Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Stadt Bedburg	2012
Flächennutzungsplan Ortslagen Pütz und Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf	Stadt Bedburg	2012
Neuer Generalentwässerungsplan Bedburg Kirchtroisdorf / Kleintroisdorf Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Stadt Bedburg	2014
Einwohnerwerte	Stadt Bedburg	2012

3.6. Bodengutachten

Zum Zeitpunkt dieser Ausarbeitung stand kein gesondertes Bodengutachten für das Plangebiet zur Verfügung. Die Ermittlung der Volumina und Kosten, im Bereich der Erdarbeiten, erfolgte daher mittels Erfahrungs- und Schätzwerten. Für eine weitergehende Planung der Anlage ist ein Bodengutachten für das Planungsgebiet zu erstellen.

4. Beschreibung der Varianten

4.1. Funktionsweise der neuen Beckenanlage

Im Normalbetrieb durchfließt das Mischwasser die neu zu erstellenden Sonderbauwerke (Trenn-, Drossel- und Verbindungsbauwerk) bis zu einer Drosselwassermenge von $Q_d = 175 \text{ l/s}$. Ab einem Volumenstrom der die Drosselleistung von $Q_d = 175 \text{ l/s}$ überschreitet, wird durch den Abflussbegrenzer die oberhalb liegende Kanalisation eingestaut. Dies geschieht allein im Kanalnetz bis zu einer Wasserspiegellage von 71,48 mNN. Diese Höhe stellt die Oberkante der im Trennbauwerk befindlichen Überlaufschwelle dar. Über diese Schwelle gelangt das aufgestaute Mischwasser im freien Überfall in den Zulauf zum RB. Ab dieser Höhe steigt der Wasserspiegel im Kanalnetz parallel zum Regenbecken.

Dieses füllt sich bis zu einer maximalen Wasserspiegellage von 72,50 mNN, der Schwellenhöhe des Notüberlaufs. Das Mischwasser gelangt daraufhin im freien Überfall in einer Sammelrinne und anschließender Haltung DN 800 B in die unterhalb der Drossel liegende Kanalisation.

Sinkt der Abfluss in der Kanalisation unter die Drosselwassermenge, beginnt die Entleerung des RB mittels zweier Pumpen mit einer Förderleistung von $Q_p = 40 \text{ l/s}$. Die komplette Entleerung des RB kann somit innerhalb von ca. 4,5 Stunden realisiert werden.

Das grundsätzliche Funktionsprinzip des RB für kann nachfolgender Skizze entnommen werden.

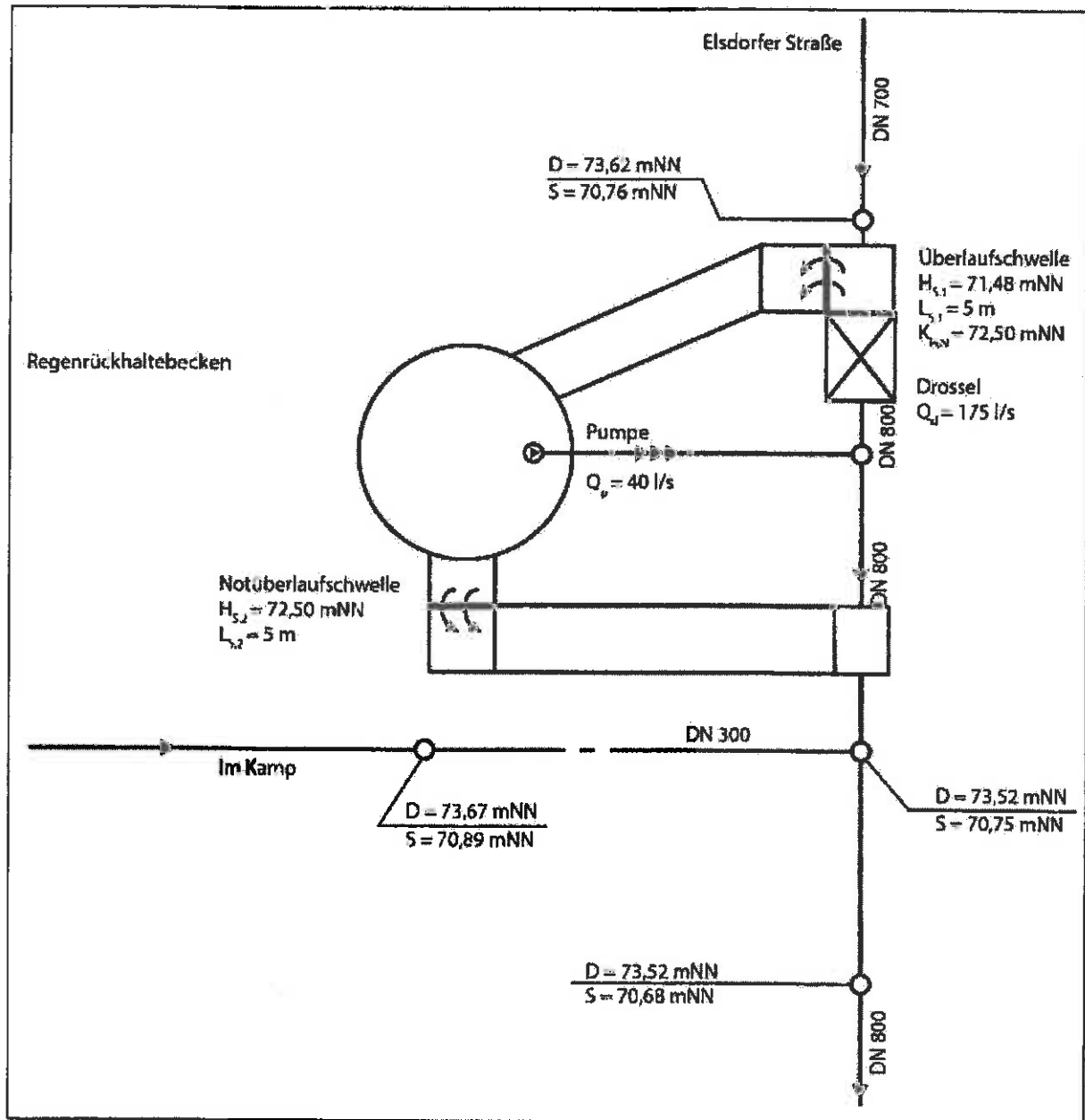


Abb. 4-1: Funktionsprinzip Regenbecken

4.2. Bauwerksausführung

Für den Großteil der in Kap. 4.3 vorgestellten Varianten gelten dieselben Rahmenbedingungen was die Bauausführung der Sonderbauwerke, Abflussbegrenzer und Zu- / Abläufe betrifft. Nachfolgend sind diese Grundsätze erläutert und Abweichungen aufgeführt.

Die Sonderbauwerke der verschiedenen Varianten wurden für die Vorplanungen so geplant, dass sie in Ortbetonbauweise erstellt werden.

Die Überlaufschwelle im Trennbauwerk besitzt eine lichte Länge von 5,00 Metern, wird abgeschrägt und in Ortbetonbauweise erstellt. Steigt der Wasserspiegel in der Kanalisation über die Schwellenhöhe von 71,48 mNN, erfolgt der Zufluss über eine Sammelrinne in den Beckenzulauf DN 1.000 SB. Dieser führt das Mischwasser dem RB in freiem Gefälle zu.

Über die Zulaufhaltung DN 1000 SB erfolgt i.d.R. ein Anschluss einige Zentimeter oberhalb der Beckensohle. Bei Variante 2.1 Rundbecken erfolgt der Anschluss mit einem Höhenversatz von 0,50 Meter über Beckensohle (vgl. Kap. 3.6).

Der Abflussbegrenzer ist zumeist in einem separaten Drosselbauwerk angeordnet. Dies ist bedingt durch die Entfernung zwischen Zu- und Ablaufsituation an den RB sowie der Lage der Bestandskanalisation. Bei der Variante des Rundbeckens ist der Abflussbegrenzer in das Trennbauwerk integriert. Die Ausbildung der Sonderbauwerke erfolgt in getrennter oder zusammengefasster Form (Kombibauwerk). Aufgrund der zusammengefassten Form und Integration des Abflussbegrenzers in das Trennbauwerk, kann beim Rundbecken daher auf die Anordnung eines gesonderten Bauwerks für den Abflussbegrenzer verzichtet werden. Als Abflussbegrenzer wird ein kompaktes, selbstregulierendes Gerät mit Notumlauf eingesetzt, das nass aufgestellt und ohne Fremdenergie betrieben wird.

Im Verbindungsbauwerk wird neben dem Drosseldurchfluss noch der Mischwasserabfluss aus dem RB weitergeleitet. Dieser beinhaltet den Volumenstrom aus der Beckenentleerung durch den Betrieb von Pumpen. Der Förderstrom der beiden im Wechsel betriebenen, nass aufgestellten Tauchmotorpumpen beträgt $Q_p = 40 \text{ l/s}$. Die Entleerung erfolgt, gemäß ATV-DVWK-A 134, über eine DN 150 Druckrohrleitung in eine Sammelrinne des Notüberlaufs an der Außenseite des RB. Bei der Variante SK in der Elsdorfer Straße mündet die Druckrohrleitung direkt in das Verbindungsbauwerk. Niederschlagsereignisse mit hohen Jährlichkeiten können dazu führen, dass die Wasserspiegellage im gesamten Entwässerungssystem, und damit auch im RB, eine Höhe von 72,50 mNN überschreitet. Ab dieser Höhe springt der Notüberlauf des RB an und das zurück gehaltene Mischwasser gelangt im freien Überfall in die Sammelrinne. Von dort fließt es im freien Gefälle über eine DN 800 B Haltung dem Verbindungsbauwerk zu.

4.3. Variantenübersicht

Jede der untersuchten Varianten zur Anordnung eines RB im Bereich der Elsdorfer Straße / Grünfläche stellt eine Rückhaltung im Nebenschluss als Fangbecken dar.

In einer Vorauswahl wurde bereits eine Vielzahl von Varianten ausgeschlossen. So zum Beispiel ein Stauraumkanal in der Nebenstraße der Elsdorfer Straße, der nach ersten Berechnungen ein Nutzvolumen von ca. 67,50 m³ bei der Dimensionierung mit dem größtmöglichen Kreisprofil bereitstellen könnte. Daher erfolgte die vertiefte Betrachtung der vier nachfolgend aufgeführten Varianten für ein Nutzvolumen von 600 m³.

- Variante 1.1: Stauraumkanal in der Grünfläche
- Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche
- Variante 3.1: Rechteckbecken in der Grünfläche
- Variante 4.1: Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße

In den nachfolgenden Kapiteln werden diese vier Varianten erläutert und deren Lage sowie ein Schnitt zur Veranschaulichung dargestellt.

4.4. Variante 1.1 Stauraumkanal in der Grünfläche

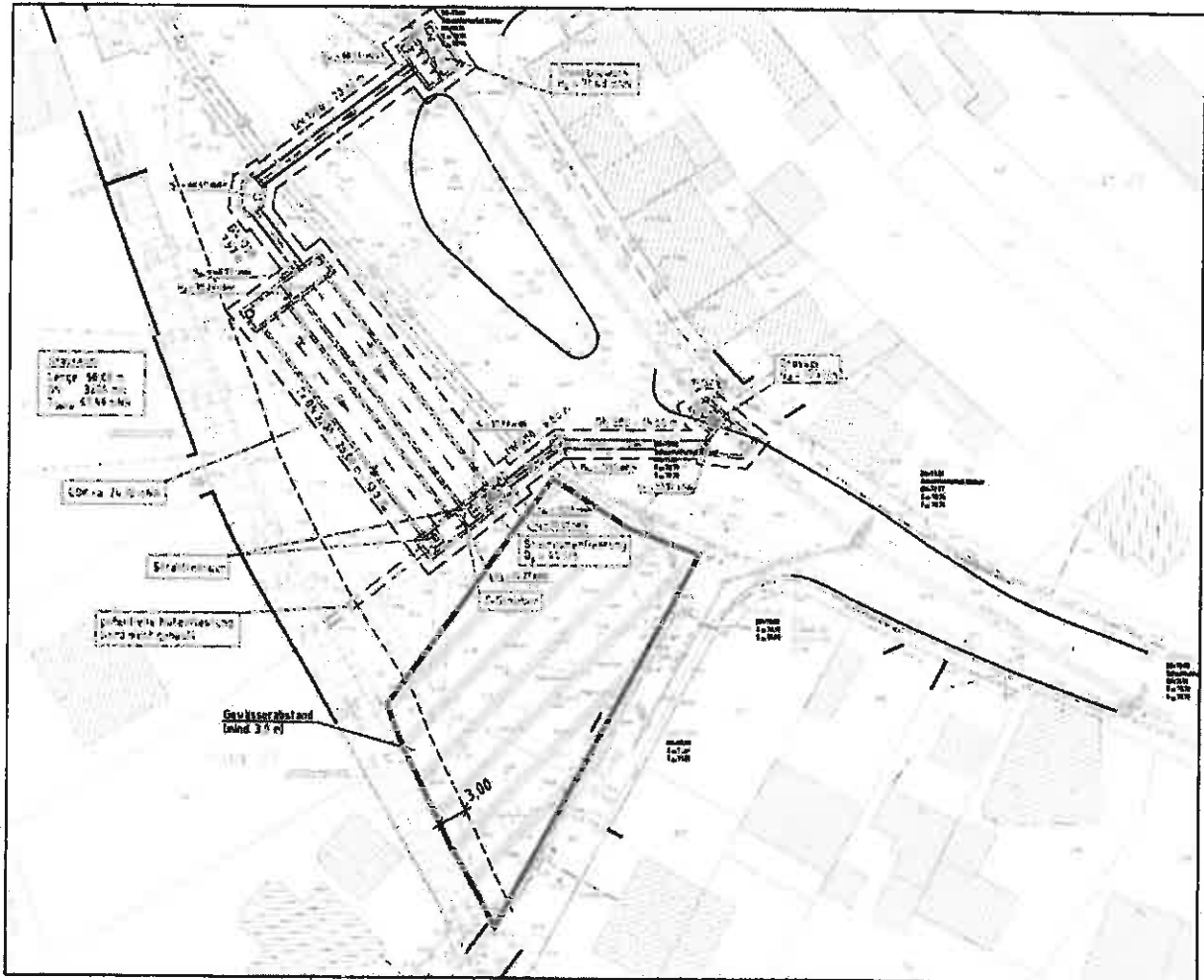


Abb. 4-2: Lageplan Variante 1.1

Der Stauraumkanal in der Grünfläche wird als zweistraßiger Stauraumkanal DN 3.200 SB mit unten liegender Entlastung in das Kanalnetz ausgeführt. Beide Stränge haben eine lichte Innenlänge von 28,00 Metern und sind im Mittel in 6,50 Metern Tiefe bei 10 ‰ Gefälle verlegt.

Der Zulauf im oberen Kopfbauwerk erfolgt nach der Passage von zwei Haltungsabschnitten DN 3.200 SB und einem Kurvenbauwerk aus Ortbeton. Aufgrund des großen Umlenk winkels kommt an dieser Stelle keine Ausführung als Fertigteilschacht in Frage. Um die Verschmutzung beider Kanalstränge DN 3.200 SB schon bei Niederschlagsereignissen mit geringeren Jährlichkeiten zu verhindern, wird im oben und im unten liegenden Kopfbauwerk eine 2,00 Meter hohe Schwelle zwischen beiden Strängen angeordnet. Am Fuß der Schwelle im unteren Kopfbauwerk befindet sich ein Schieber über den der hinter der Schwelle gelegene Kanalstrang entleert werden kann. Die Entleerungspumpen mit einer Förderleistung von $Q_p = 40 \text{ l/s}$ befinden sich im unten liegenden Kopfbauwerk innerhalb eines Pumpensumpfs ($L \times B \times H = 2,00 \times 1,00 \times 1,00 \text{ m}$). Das geförderte Mischwasser gelangt über die Druckleitung in die Sammelrinne hinter der Stauraumüberlaufschwelle. Von dort erfolgt der Freispiegelabfluss mit der Passage eines DN 1500 Fertigteilschachtes in das Verbindungsbauwerk. Als Reinigungseinrichtung dienen zwei Strahlreiniger mit Stoßwellenprinzip und je zwei Injektordüsen. Die Spülversorgung wird über eine Sammelrinne gewährleistet. Aufgrund der zweistraßigen Ausführung sind zwei Strahlreiniger notwendig.

16

4.5. Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche

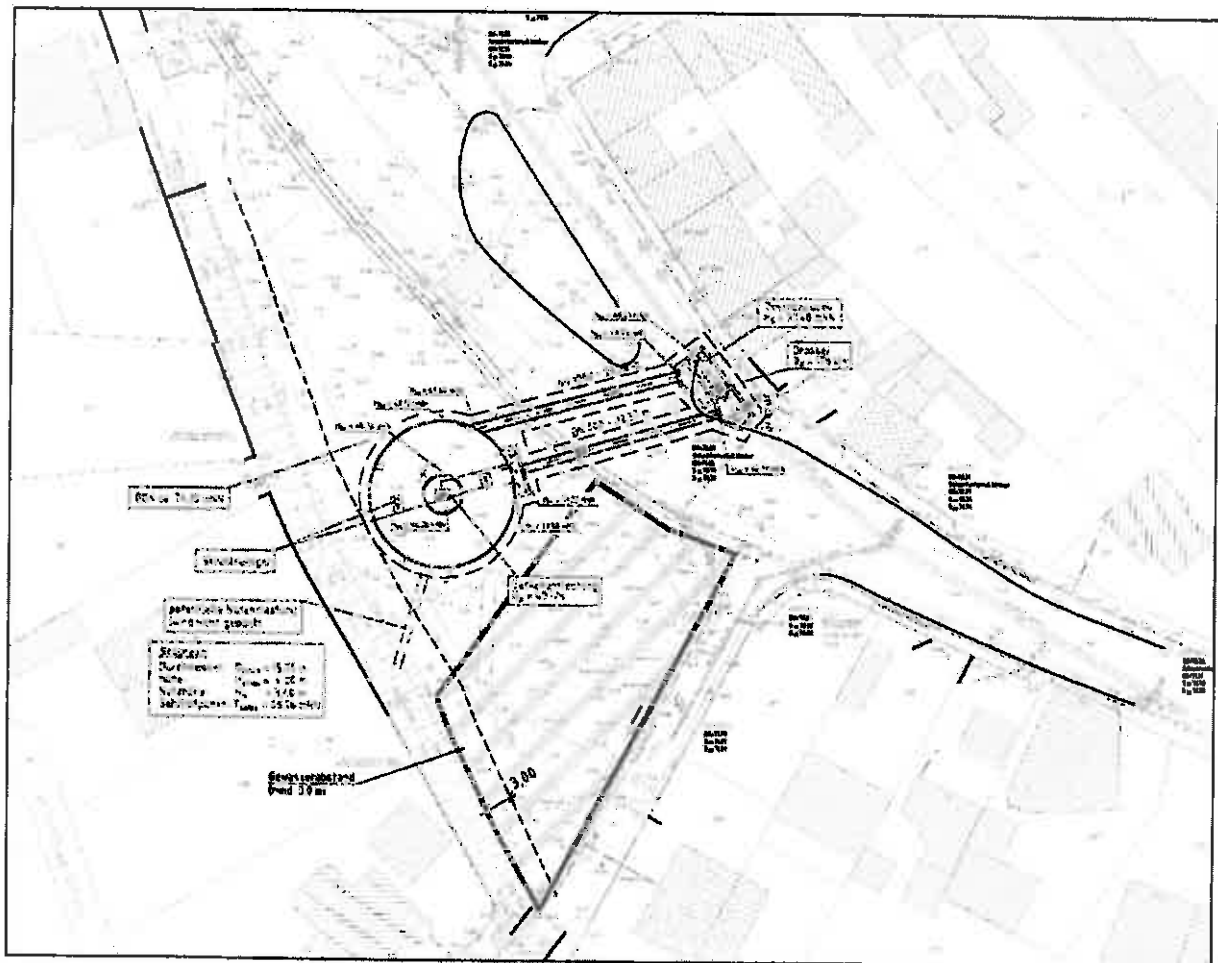


Abb. 4-4: Lageplan Variante 2.1

Das Rundbecken liegt am südlichen Rand der Grünflächen. Der Innendurchmesser beträgt 15,75 Meter, bei einer Innenhöhe von 4,00 Meter und nutzbaren Höhe bis Schwellenoberkante Notüberlauf von 3,25 Meter. Das Quergefälle im Becken beträgt 5 % abfallend zu mittigen Pumpensumpf.

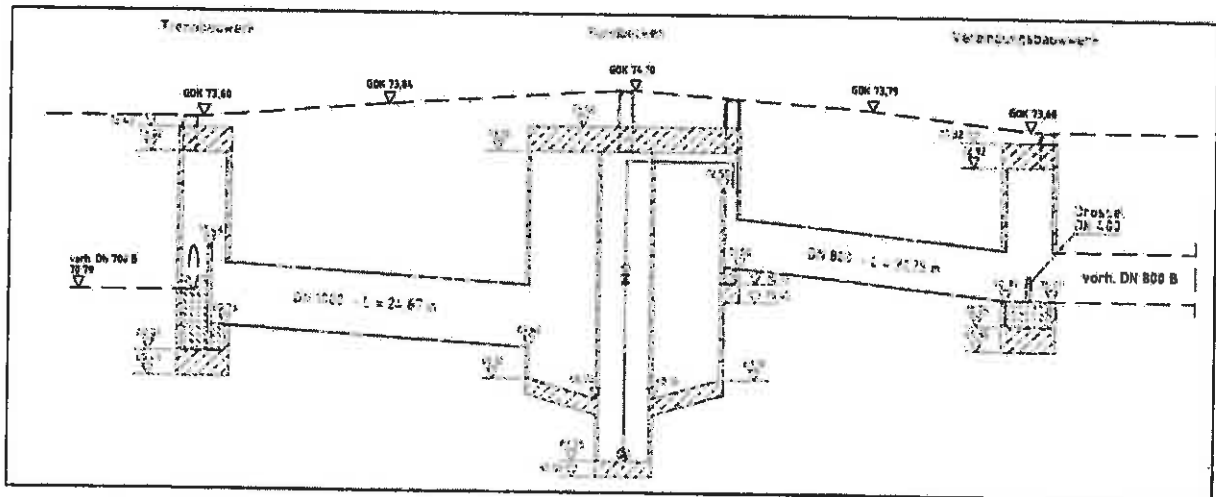


Abb. 4-5. Schnitt Variante 2.1

Der Zulauf vom Trennbauwerk erfolgt über eine durchgehende Haltung ohne Unterbrechung durch einen Fertigteilschacht. Die Sohle der ankommenden Haltung mündet aufgrund strömungsbedingter Aspekte in 0,50 Meter Höhe über der Beckensohle. Zudem trifft die Haltung im äußeren Drittelpunkt auf das Becken und nicht tangential an die Außenwand. Dies hat insbesondere bautechnische Gründe, da die so entstehende Öffnung kleiner wird und der Anschluss einfacher und dichter herzustellen ist. Die Entleerungspumpen mit einer Förderleistung von $Q_p = 40 \text{ l/s}$ befinden sich im mittig angeordneten Pumpenschacht innerhalb eines Pumpensumpfs ($D \times H = 2,00 \times 1,00 \text{ m}$). Das geförderte Mischwasser gelangt über die Druckleitung in die Sammelrinne hinter der Notüberlaufschwelle. Von dort erfolgt der Freispiegelabfluss in das Verbindungsbauwerk. Aufgrund der Zu- und Ablaufsituation in einem Rundbecken (Zufluss in Quadrant I, Ablauf in Quadrant IV), können Trenn- und Verbindungsbauwerk zusammengefasst und als Kombibauwerk ausgebildet werden. Aus dieser Konstellation ergibt sich, dass auf ein separates Drosselbauwerk verzichtet werden kann und der Abflussbegrenzer stattdessen im Trennbauwerk angeordnet wird. Als Reinigungseinrichtung dienen zwei nach dem Injektorprinzip arbeitende Strahlreiniger mit je einer Injektordüse. Die Wasserversorgung wird über den Pumpensumpf gewährleistet.

Das Rundbecken selbst liegt in der Grünfläche und ist daher für Wartungs- und Reparaturarbeiten frei zugänglich. Lediglich die Anlage eines Betriebsweges zu den Revisions- / Montageöffnungen ist notwendig. Neben den Zugängen zum Rundbecken sind auch die Revisions- / Montageöffnungen des Kombibauwerks außerhalb des Straßenraums angeordnet. Diese befinden sich in der kleinen Grünfläche zur Nebenstraße der Elsdorfer Straße (oberhalb Schacht 6005350) und können bei laufendem Verkehr betreten werden.



19

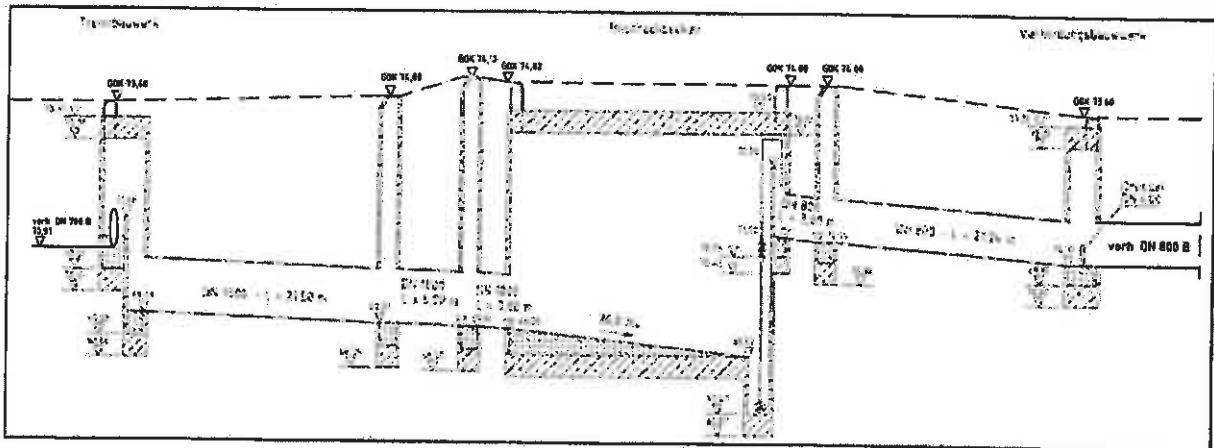


Abb. 4-7: Schnitt Variante 3.1

Der Zulauf zum Bauwerk erfolgt nach der Passage von drei Haltungsabschnitten und zwei DN 1500 Fertigteilschächten. Im Zulaufbereich des Beckens befindet sich nach ca. 2,00 Meter eine Prallplatte die eine zu starke Verwirbelung des Mischwassers verhindern soll. Durch das Bauwerk führt, in Längsrichtung, eine Niedrigwasserrinne die am unteren Ende in einen Pumpensumpf ($L \times B \times H = 2,00 \times 1,00 \times 1,00 \text{ m}$) mündet. Für Wasserstände die zur Ausuferung aus der Niedrigwasserrinne führen, leiten Sammelrinnen in Querrichtung das Mischwasser aus den Eckbereichen in den mittigen Pumpensumpf. Aus diesem wird das Mischwasser von den Entleerungspumpen, mit einer Förderleistung von $Q_p = 40 \text{ l/s}$, in die hinter dem Notüberlauf liegende Sammelrinne gepumpt. Der Zufluss zum Kombibauwerk (Drossel- und Verbindungsbauwerk) erfolgt über die Passage zweier Haltungen und eines DN 1500 Fertigteilschachts. Als Reinigungseinrichtung dienen zwei nach dem Injektorprinzip arbeitende Strahlreiniger mit je einer Injektordüse. Die Wasserversorgung wird über den Pumpensumpf gewährleistet.

Der SKU selbst liegt in der Grünfläche und ist daher für Wartungs- und Reparaturarbeiten frei zugänglich. Lediglich die Anlage eines Betriebsweges zu den Revisions- / Montageöffnungen ist notwendig. Aufgrund der Ausmaße des SKU müssen Trennbauwerk und Drossel- / Verbindungsbauwerk getrennt werden. Die Anordnung des Trennbauwerks kann daher nur im Straßenraum erfolgen. Dieses liegt allerdings in der Nebenstraße zur Elsdorfer Straße, wodurch der normale Durchgangsverkehr nicht gestört wird. Das Kombibauwerk wird in der kleinen Grünfläche an der Einfahrt zur Nebenstraße der Elsdorfer Straße angeordnet werden (oberhalb Schacht 6005350). Wartungs- und Reparaturarbeiten beeinflussen den Straßenverkehr somit nicht.

4.7. Variante 4.1: Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße

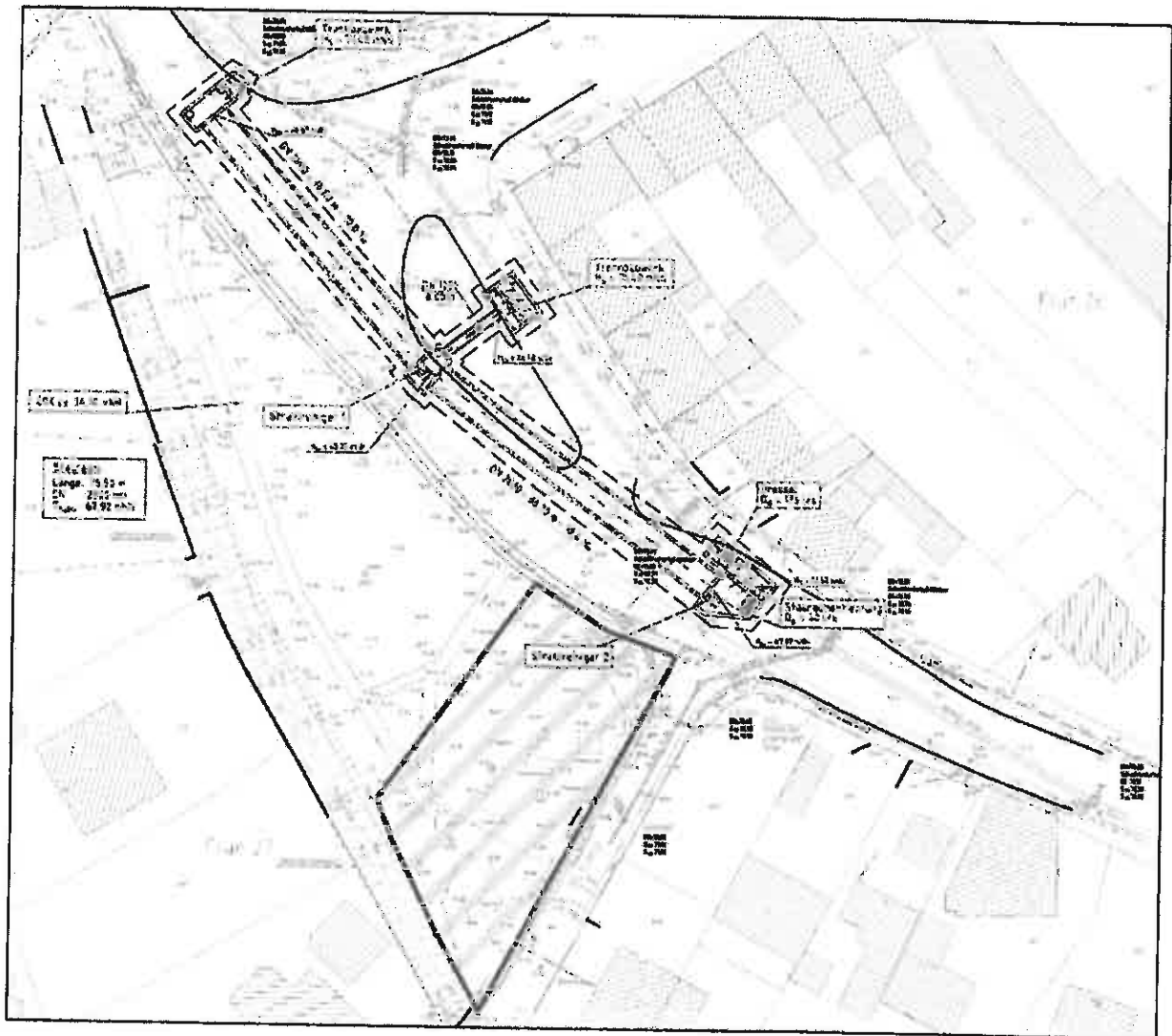


Abb. 4-8. Lageplan Variante 4.1

Der Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße besitzt einen Zufluss über zwei Trennbauwerke. Bei einer Gesamtlänge von ca. 76,00 Meter einen Innendurchmesser DN 2800 SB bei einem Gefälle von 10 ‰.

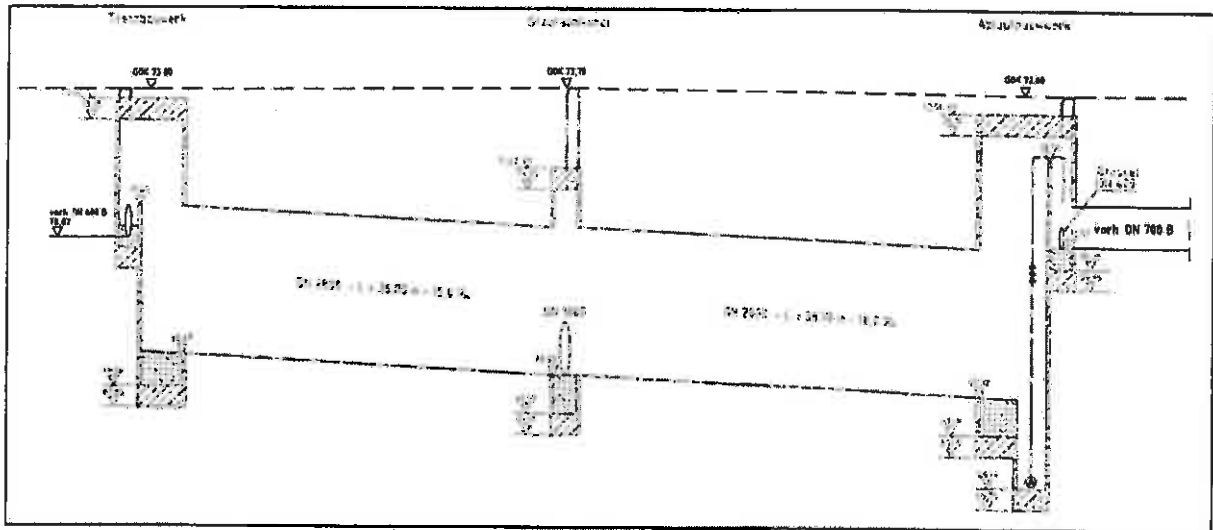


Abb. 4-9: Schnitt Variante 4.1

Der Hauptzufluss zum SKU erfolgt über das Trennbauwerk in der Mitte des SKU's über die 5,00 Meter lange Schwelle und anschließende DN 1.000 SB Haltung im freien Gefälle. Das zwischen den zwei Strangen des SKU angeordnete Sonderbauwerk dient sowohl als Zulauf, als auch als Kurvenbauwerk. Der Zulauf über eine weitere Schwelle von 2,00 Metern Länge am oben liegenden Kopfbauwerk führt dazu, dass der SKU bei Niederschlagsereignissen mit hohen Jährlichkeiten komplett durchflossen wird. Dies hat eine verbesserte Reinigung zur Folge. Aufgrund der Lage der Bestandskanalisation kann an dieser Stelle auf eine zusätzliche Haltung verzichtet werden. Im unten liegenden Kopfbauwerk befindet sich der Pumpensumpf (L x B x H = 2,00 x 1,00 x 1,00 m) der den SKU über die Entleerungspumpen mit einer Förderleistung von $Q_p = 40 \text{ l/s}$ über die Entlastungsschwelle entleert. Anders als in den Varianten 1.1 bis 3.1 münden die Druckleitung der Pumpen und Stauraum- / Notüberlauf nicht in einer Sammelrinne, sondern in einem Verbindungsbauwerk das an die Bestandskanalisation anschließt. Als Reinigungseinrichtung dienen zwei Strahlreiniger mit Stoßwellenprinzip und je zwei Injektordüsen. Die Wasserversorgung wird über Sammelrinnen gewährleistet. Eine Aufstellung am unteren Kopfbauwerk und im mittigen Kurvenbauwerk ist aufgrund der Länge des SKU und des Knickes notwendig um eine ausreichende Reinigung der Anlage zu gewährleisten. Somit werden zwei Strahlreiniger notwendig.

Der Großteil der Zugänge zum SKU und den Sonderbauwerken liegt im Bereich des Straßenraumes. Für Wartungs- und Reparaturarbeiten muss daher in den Verkehr eingegriffen werden und es wird zu Behinderungen kommen. Insbesondere die Montageöffnung im Bereich des Fußgängerübergangs ist kritisch zu sehen, da dort zusätzlich für einen temporären Fußgängerübergang an anderer Stelle zu sorgen ist. Alternativ kann das Trennbauwerk versetzt werden, was zu Folge hat, dass stärker in die Grünfläche zwischen Elsdorfer Straße und deren Nebenstraße eingegriffen wird (z. B. Baum fällen).

5. Variantengegenüberstellung

5.1. Grundlagen

Die Betrachtung und Bewertung der unterschiedlichen Varianten erfolgte unter jeweils gleichen Rahmenbedingungen um ein möglichst aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen. Dies bedeutet, dass beispielsweise für jede Variante dieselbe Art der Abflussbegrenzung angesetzt wurde. In weitergehenden Betrachtungen ist festzustellen, ob diese Anlagenkomponenten auch weiterführenden Ansprüchen genügen (bspw. Abflusssteuerung), oder ob es für diese Ansprüche geeignetere Alternativen gibt. Die Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit der Alternativen und, dass diese nicht zu einer Verzerrung der Variantenbetrachtung führen ist dabei sicherzustellen.

5.2. Kostenschätzung

Die Erstellungskosten der verschiedenen Varianten variieren insgesamt sehr stark. Dies hat neben der Art des RB, mit den sich daraus ergebenden Rahmenbedingungen, mit den räumlichen Einschränkungen zu tun. Für das Rundbecken wurde, neben der Erstellung als monolithischer Baukörper, bei der Firma Drössler GmbH Umwelttechnik ein Angebot für ein Fertigteilbecken eingeholt. Gegenüber der Handrechnung bietet die Fertigteilbauweise, bezogen auf die Erstellungskosten für das Rundbecken, einen Kostenvorteil von ca. 14 %. Die Handrechnung betrachtete, analog zu den anderen Varianten, eine Erstellung der Bauwerke in Ort betonbauweise. In der nachfolgenden Tab. 5-1 sind die gesamten Investitionskosten für die Bauwerkserstellung gegenübergestellt.

Tab. 5-1: Kostengegenüberstellung Varianten $V_N = 600 \text{ m}^3$

Variante	Kosten Bau Netto	Kosten M+E Netto	Gesamtkosten Netto	Gesamtkosten Brutto
1.1 Stauraumkanal in der Grünfläche	751.279 €	100.115 €	851.395 €	1.013.160 €
2.1 Rundbecken in der Grünfläche (Fertigteile)	426.839 €	60.963 €	487.802 €	580.484 €
2.1 Rundbecken in der Grünfläche	455.150 €	60.963 €	516.112 €	611.174 €
3.1 Rechteckbecken in der Grünfläche	547.477 €	57.821 €	605.298 €	720.305 €
4.1 Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße	715.059 €	97.115 €	812.174 €	966.487 €

Aus dieser Schätzung ergibt sich, dass die Variante des Rundbeckens die mit Abstand wirtschaftlichste Lösung darstellt. Die Betrachtung der teureren Handrechnung in monolithischer Bauweise für das Becken unterstützt diese Annahme zusätzlich, da Variante 2.1 weiterhin deutlich günstiger als Variante 3.1 bleibt.

Auf Grundlage der Variante 2.1 ergeben sich folgende Kostenabstufungen:

- Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche (Fertigteile) 100 %
- Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche 106 %
- Variante 3.1: Rechteckbecken in der Grünfläche 122 %
- Variante 4.1: Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße 166 %
- Variante 1.1: Stauraumkanal in der Grünfläche 175 %

Die in diesem Kapitel betrachteten Kosten beinhalten lediglich die Erstellungskosten der Bauwerke mit einhergehenden Erd-, Straßen- und anderen Oberflächenarbeiten. Weitergehende Kosten, z.B. aus Ingenieurleistungen, Grunderwerbs- und Wasserhaltungskosten, sind dabei nicht berücksichtigt.

5.3. Betrachtungspunkte für Vorzugsvariante

Für die Ermittlung einer Vorzugsvariante wurden nachfolgenden Betrachtungspunkte herangezogen und mit einer Wichtungszahl belegt die die Bedeutung eines Betrachtungspunktes in Relation zu den anderen setzt. Je höher die Wichtungszahl, desto bedeutender der Betrachtungspunkt.

Tab. 5-2: Wichtungszahlen

Kosten	Verkehrsbeeinträchtigung Bauphase	Grünfläche Auswirkung	Drosselung	Betrieb Zugänglichkeit	Betrieb Reinigung	Nachrüstung Notüberlauf in Fließ
5	3	2	2	3	3	1

5.4. Vorzugsvariante

Die verschiedenen Betrachtungspunkte werden mit Wertzahlen zwischen 1 und 5 belegt, wobei 5 einen sehr guten Erfüllungsgrad, oder Wert, und 1 einen schlechten Erfüllungsgrad, oder Wert, darstellt. Das Ergebnis ist die Summe aus den Produkten der Wichtungszahl (vgl. Kap. 4.3) mit dem Erfüllungsgrad in Form einer Wertzahl. Danach entsteht nachfolgendes Ergebnis mit den Gesamtpunktzahlen:

- Variante 2.1: Rundbecken in der Grünfläche 77 Punkte
- Variante 3.1: Rechteckbecken in der Grünfläche 67 Punkte
- Variante 1.1: Stauraumkanal in der Grünfläche 48 Punkte
- Variante 4.1: Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße 46 Punkte

Die großen Unterschiede in der Gesamtpunktzahl ergeben sich neben den Kosten insbesondere aus der Verkehrsbeeinträchtigung während der Bauphase und der Zugänglichkeit im Betrieb.

Der verhältnismäßig geringe Unterschied in den Kosten von Variante 2.1 in monolithischer und Fertigteilbauweise wird aufgrund der großen Kostenunterschiede zwischen den einzelnen Varianten qualitativ nicht abgebildet. Daher wird die Variante 2.1 Rundbecken in der Grünfläche nur einmalig betrachtet.

5.5. Sensitivitätsanalyse

Zur Beurteilung ob die Ermittlung einer Vorzugsvariante auf nur einem hoch gewichteten Betrachtungspunkt fußt, welcher die anderen überlagert, wurde mit den Zwischenergebnissen aus den Betrachtungspunkten eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese streicht bei der Gesamtbewertung immer einen der Betrachtungspunkte und wertet das Ergebnis der übrig gebliebenen aus. Das bedeutet, dass für das Ergebnis eines Variantenvergleiches jeweils eine Spalte der Abb. 3-1 betrachtet werden muss. Will man wissen wie sich die Gesamtpunktzahl beispielsweise beim Wegfall des Betrachtungspunktes Drosselung verteilt, erkennt man, dass Variante 2.1 mit 71 Punkten weiterhin die Vorzugsvariante darstellt. Der Betrachtungspunkt Drosselung macht somit 8 Punkte gegenüber der Gesamtbewertung aus (vgl. Kap. 5.4.).

Zu erkennen ist, dass beim Wegfall des Betrachtungspunktes Grünfläche die Variante 1.1 deutlich besser abschneidet als bei der Betrachtung aller Punkte (vgl. Kap. 4.4.). Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse stellt Abb. 5-1 dar.

Vorzugsvariante bei Wegfall der Betrachtung von:	Kosten	Verkehrsbe- einträchtigung (Bauphase)	Grünfläche (Auswirkung)	Drosselung	Betrieb		Nachrüstung Notentlastung Fließ
					Zugänglichkeit	Reinigung	
2.1 Rundbecken in der Grünfläche	54	67	75	71	64	67	76
3.1 Rechteckbecken in der Grünfläche	52	55	65	61	52	55	62
4.1 Stauraumkanal in der Elsdorfer Straße	41	43	36	40	40	31	45
1.1 Stauraumkanal in der Grünfläche	43	42	46	42	39	33	43

Abb. 5-1: Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind zum einen die nahezu durchgehenden besten Ergebnisse der Variante 2.1 und zum anderen wie eindeutig der Unterschied im Vergleich zur zweitplatzierten Variante 3.1 Rechteckbecken in der Grünfläche ist. Lediglich beim Wegfall der Kosten ist diese der Variante eines Rundbeckens vorzuziehen. Der sich daraus ergebende Unterschied ist mit einem Punkt allerdings sehr gering.

6. Empfehlung

Von Seiten der Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH kann eine Empfehlung zum Rundbecken mit Anordnung in der Grünfläche neben der Elsdorfer Straße gegeben werden. Neben den geringeren Erstellungskosten sprechen insbesondere die kompakte Bauweise und der dadurch kleinflächige Eingriff, die geringere Verkehrsbeeinträchtigung während der Bauphase sowie die gute Zugänglichkeit zu den Anlagenteilen während der Betriebszeit. Bei der Fertigelementbauweise wird, im Gegensatz zur monolithischen Ausführung, eine Dichtheitsprüfung notwendig. Die Gewährleistung der Dichtheit des Rundbeckens muss während der gesamten Betriebszeit gegeben sein und stellt damit erhöhte Anforderungen an den Bau dar. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden kürzeren Bauzeit, geringeren Kosten und notwendigen Dichtheitsprüfung kann die Erstellung mit Fertigteilelementen empfohlen werden.

Gemäß des Abstimmungstermins zwischen der Stadt Bedburg und der Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH vom 14.09.2015 wurden im Nachgang die Varianten 2.1 Rundbecken in der Grünfläche und 3.1 Rechteckbecken in der Grünfläche für ein erhöhtes Nutzvolumen von 1.000 m³ untersucht.

Die Betrachtung der Kosten kommt zu folgendem Ergebnis:

Tab. 6-1: Kostengegenüberstellung Varianten $V_N = 1.000 \text{ m}^3$

Variante	Kosten Bau Netto	Kosten M+E Netto	Gesamtkosten Netto	Gesamtkosten Brutto
2.2 Rundbecken in der Grünfläche (Fertigteile)	506.867 €	60.963 €	567.830 €	675.718 €
2.2 Rundbecken in der Grünfläche	532.287 €	60.963 €	593.250 €	702.968 €
3.2 Rechteckbecken in der Grünfläche	647.494 €	57.821 €	705.315 €	839.325 €

Die Kostenschätzungen für Becken mit einem Nutzvolumen von 1.000 m³ ergeben, dass die Variante 2.2 Herstellung eines Rundbeckens in Fertigteilbauweise die kostengünstigste Lösung darstellt.

Die Mehrkosten gegenüber den Varianten 2.1 und 3.1 mit dem geringeren Nutzvolumen von 600 m³ betragen:

• 2.2 Rundbecken in der Grünfläche	91.163 €	115 %
• 2.2 Rundbecken in der Grünfläche (Fertigteile)	95.234 €	116 %
• 3.2 Rechteckbecken in der Grünfläche	119.020 €	117 %

Somit kann auch für die Variante eines Regenbeckens mit einem Nutzvolumen von 1.000 m³ die Empfehlung der Variante 2.2 Rundbecken in der Grünfläche mit Herstellung in Fertigteilbauweise gegeben werden

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1:	Lage Kirchtroisdorf	5
Abb. 2-2:	Übersicht Kirchtroisdorf	6
Abb. 2-3:	Flächen in Privatbesitz	7
Abb. 2-4:	Teileinzugsgebiet RB	8
Abb. 4-1:	Funktionsprinzip Regenbecken	12
Abb. 4-2:	Lageplan Variante 1.1	15
Abb. 4-3:	Schnitt Variante 1.1	16
Abb. 4-4:	Lageplan Variante 2.1	17
Abb. 4-5:	Schnitt Variante 2.1	18
Abb. 4-6:	Lageplan Variante 3.1	19
Abb. 4-7:	Schnitt Variante 3.1	20
Abb. 4-8:	Lageplan Variante 4.1	21
Abb. 4-9:	Schnitt Variante 4.1	22
Abb. 5-1:	Sensitivitätsanalyse	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3-1:	Planungsunterlagen	10
Tab. 5-1:	Kostengegenüberstellung Varianten $V_N = 600 \text{ m}^3$	24
Tab. 5-2:	Wichtungszahlen	25
Tab. 6-1:	Kostengegenüberstellung Varianten $V_N = 1.000 \text{ m}^3$	27

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Kostenschätzungen

Planunterlagen

<u>Blatt-Nr.</u>	<u>Planbezeichnung</u>	<u>Maßstab</u>	<u>Plan-Nr.</u>
1	Variante 1.1 SK Grünfläche $V = 600 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10069827
2	Variante 2.1 Rundbecken $V = 600 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10077598
3	Variante 2.2 Rundbecken $V = 1.000 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10077309
4	Variante 3.1 Rechteckbecken $V = 600 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10073667
5	Variante 3.2 Rechteckbecken $V = 1.000 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10073455
6	Variante 4.1 SK Elsdorfer Str. $V = 600 \text{ m}^3$	1 : 250	21468 / 10073452

