

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

1.1 Allgemeines und Veranlassung

Für den Bereich "Winterberg" wird derzeit der Bebauungsplan Nr. 86 "Wohngebiet Winterberg" erstellt. Träger der Maßnahme ist die Stadt Schwelm (FB Planung und Bauordnung).

Das unterzeichnende Büro wurde mit dem Auftragschreiben vom 04. Januar 2011 seitens der Stadt Schwelm mit der Genehmigungsplanung der Entwässerung des geplanten Baugebietes Winterberg beauftragt.

1.2 Gegenstand der Planung

Das etwa 8,8 ha große Bebauungsplangebiet „Wohngebiet Winterberg“ gehört zum Stadtbezirk Möllenkotten. Die Fläche liegt sich im Südosten von Schwelm, welche an die Frankfurter Straße im Westen und die Winterberger Straße im Süden angrenzt. Es handelt sich um überwiegend landwirtschaftlich genutzte Weideflächen.

Für das Erschließungsgebiet wird die öffentliche Abwasserentsorgung (Genehmigungsplanung) und die verkehrliche Erschließung (Vorplanung) durch das Bauingenieurbüro Dr. Sonnenburg GmbH & Co. KG geplant.

Verfasser des Bebauungsplanes Nr. 86 sind Pesch & Partner, Architekten • Stadtplaner GbR, Herdecke.

1.3 Planungsabstimmung

Die Planung wurde mit :

- dem Auftraggeber, der Stadt Schwelm,
- dem Entwurfsverfasser des Bebauungsplanes Nr. 86, Pesch & Partner,
- dem Fachplaner Brosk Landschaftsarchitektur Freiraumplanung abgestimmt.

Der Unteren Wasserbehörde des Ennepe-Ruhr-Kreises wurde das Entwässerungskonzept vorgelegt.

1.4 Einbindung in andere Planungen

Grundlage der Erschließungsplanung bilden :

- der Bebauungsplan Nr. 86 Wohngebiet Winterberg, Oktober 2011, Pesch & Partner, Architekten • Stadtplaner GbR, Zeibrücker Hof 2, 58313 Herdecke mit der Fachplanung Freiflächen- und Freiraumkonzept durch
- Brosk Landschaftsarchitektur Freiraumplanung, Gareistraße 79, 45309 Essen
- die gutachterliche Stellungnahme zu den Untergrundverhältnissen im Hinblick auf die Versickerung im Stadtgebiet Schwelm, Januar 1998, Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH IGW, Hohlscheidter Straße 50, 42349 Wuppertal
- Fortschreibung des Generalentwässerungsplan Schwelm, Sanierung, Januar 2005, Bauingenieurbüro Dr. Sonnenburg GmbH & Co.KG, Hamborner Altmarkt 28a, 47166 Duisburg
- Verkehrsgutachten zum Bebauungsplan Winterberg in Schwelm, Planersocietät – Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation, Dr.-Ing. Frehn, Steinberg Partnerschaft Stadt- und Verkehrsplaner Gutenbergstraße 34, 44139 Dortmund

2 Örtliche Verhältnisse

2.1 Beschreibung des Entwässerungsgebietes

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes Nr. 86 „Wohngebiet Winterberg“ besitzt eine Fläche von insgesamt 8,80 ha. Die noch un bebauten Flächen werden als Weideflächen genutzt. Die neu zu bebauenden Flächen im Plangebiet befinden sich im städtischen Eigentum, nur das Flurstück 264 ist Eigentum der Kirchengemeinde St. Marien. Dieser nach Nordwesten mit etwa 10-16 % Gefälle geneigte Hang wird begrenzt :

- im Norden durch die Bebauung der Frankfurter Straße und durch Grünland und Waldflächen (Martfelder Wald), Geländehöhe etwa 305 m ü. NHN
- im Osten durch Waldflächen des Martfelder Waldes,
- im Süden durch die Winterberger Straße, Gelände hier von Osten mit 335 m ü.NHN westwärts auf 323 m ü.NHN fallend
- im Westen durch die Frankfurter Straße. Hier wird das Gebiet durch eine etwa 1,50 bis 2,00 m hohe Böschungskante getrennt. Das Wohngebiet Winterberg liegt hier daher höher als die angrenzende Bebauung der Frankfurter Straße.

Südöstlich vom Plangebiet befindet sich die Quelle der Schwelme. Sie fließt Richtung Nordwesten ab und wird von zahlreichen kleineren Quellschüttungen aus seitlichen Siepen gespeist.

2.2 Bauliche Nutzung und abflusswirksame Flächen

Das Wohngebiet Winterberg wird laut Bebauungsplan als Allgemeines Wohngebiet (WA) festgesetzt. Einige der ausnahmsweise im Allgemeinen Wohngebiet zulässigen Nutzungen (Anlagen für Verwaltungen, Gartenbaubetriebe und Tankstellen) werden ausgeschlossen. In allen Allgemeinen Wohngebieten sind grundsätzlich maximal zwei Vollgeschosse und eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,4 zulässig. Nur das WR 3 an der Winterberger Straße wird mit einer GRZ von 0,3 festgesetzt.

Das Baugebiet soll in 3 Phasen erschlossen werden.

- Phase 1 umfasst die Bebauung der Straße 1 und 2 westliche Abschnitte entlang der Frankfurter Straße
- Phase 2 die Bebauung entlang der Winterberger Straßen, Abschnitte der Straße 3 Westen und Straße 4
- Phase 3 die Bebauung der östlichen Straßenabschnitte Straße 1, 2, 3

Die Straßenbezeichnung ist aus den Unterlagen der Straßenplanung entnommen, hier finden sich im Bebauungsplan abweichende Bezeichnungen.

Aus diesen Vorgaben ergeben sich folgende Flächengrößen für die Wohnbebauung:

Grundfläche	Phase	GFZ	Summe:	Au
WA 3	3	0,40	7.058 m ²	2.823 m ²
WA 4	3	0,40	5.235 m ²	2.094 m ²
WA 5	2	0,40	9.553 m ²	3.821 m ²
WA 6	1	0,40	10.334 m ²	4.134 m ²
WR 3	2	0,30	4.893 m ²	1.468 m ²
			37.072 m ²	14.340 m ²

Die Bezeichnung der Grundflächen ist dem Bebauungsplan entnommen.

Außerdem fließt noch Regenwasser von den Verkehrsflächen und Fußwegen ab. Bei den Fußwegen im Gebiet wird unterstellt, dass 25 % dieser Flächen Regenwasser in das Kanalnetz leiten. Somit errechnen sich folgende abflusswirksamen Flächengrößen :

Summe abflusswirksame Flächen					
Phase	Bebauung	Straße	Platz	Fußweg	Gesamt
1	4.134 m ²	1.597 m ²	786 m ²	38 m ²	6.554 m ²
2	5.289 m ²	2.178 m ²	382 m ²	118 m ²	7.967 m ²
3	4.917 m ²	938 m ²	401 m ²	40 m ²	6.296 m ²
Rest Quartiersplatz			161 m ²		161 m ²
Gesamt	14.340 m ²	4.713 m ²	1.730 m ²	195 m ²	20.978 m ²
ohne 15670	14.007 m ²	4.713 m ²	1.705 m ²	195 m ²	20.620 m ²

Das Einzugsgebiet der Haltung 15670 leitet direkt in den vorhandenen Mischwasserkanal ein, eine neue Haltung 15670 ist daher entbehrlich. In der hydraulischen Berechnung des Regenwassernetzes werden den Haltungen Teileinzugsgebiete zugewiesen und diesen Flächengrößen Befestigungsgrade zugeordnet. Die Vergabe der Befestigungsgrade ist in 5 % Schritten gestaffelt. Es wird aufgerundet.

Das 0,238 ha große Einzugsgebiet 15670 mit 40 % Befestigungsgrad fließt nicht in das Regenwassernetz, diese Fläche entwässert im Mischsystem in die vorhandene Haltung 13862. Daher weist die hydraulische Berechnung des Regenwassernetzes folgende Gesamtgrößen auf:

- $A_{EK\ ges} = 4,220\ ha$ (kanalisiertes Einzugsgebiet der Neubauf Flächen)
- $A_u = 2,071\ ha$ (> 2,062 ha, siehe Aufstellung zuvor)

2.3 Bestehende Ver- und Entsorgungsleitungen

Im Osten des Plangebietes befindet sich von Süden nach Norden verlaufend eine unterirdische Hauptwasserleitung.

Ausgehend von dem Flurstück 48 an der Winterberger Straße führt ein bestehender Mischwasserkanal der Nennweite DN 300 GGG über das Flurstück 263 parallel zur Winterberger Straße und nördlich der bebauten Grundstücke bis zum Bestandskanal in der Frankfurter Straße.

Im übrigen Bereich des Plangebiets liegen nach derzeitigem Erkenntnisstand keine weiteren Versorgungsleitungen, die für die Erschließung der künftigen Baugrundstücke nutzbar sind. Die gebietsinternen Ver- und Entsorgungsleitungen müssen im Zuge der Erschließungsarbeiten neu konzipiert und erstmalig hergestellt werden.

2.4 Bodenverhältnisse

Laut Gutachten zur Niederschlagswasserversickerung vom 30. Januar 1998 durch die Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH IGW, Wuppertal ist der anstehende Boden für eine flächige Versickerung aufgrund seiner ungünstigen Durchlässigkeiten ungeeignet.

Gemäß der geologischen Übersichtskarte steht im ganzen Plangebiet devonisches Gestein der „Unteren Honseler Schichten“ an. Die oberste etwa 0,90 m – 1,50 m starke Bodenschicht besteht aus Verwitterungslehm. Darunter erscheinen bis in 3,00 m bis 4,30 m Tiefe schwach verlehmt, steiniger Verwitterungsboden, der dann von hellbraunem Sandstein unterlagert wird. Die Auswertung von Versickerungsversuchen zeigt eine geringe Durchlässigkeit und schlechte Bedingungen für eine Regenwasserversickerung. (Durchlässigkeitsbeiwert K_f ca. $5 \cdot 10^{-7}$ m/s) Bei der Vertiefung

der Grundinformationen wurde bei der Durchlässigkeitsbestimmung festgestellt, dass sich unterhalb der Schluffschicht eine Sandschicht und darunter Sandstein befindet. Das bedeutet, dass das Wasser zwar im Bereich des Sandes besser versickert, dann aber möglicherweise entlang der Sandsteinschicht den Hang abwärts fließt, wodurch die Gefahr einer Vernässung tiefer gelegener Bereiche besteht.

Laut Altlastenkataster liegen im Plangebiet keine Verunreinigungen des Bodens vor. Weiterhin ist für das Einzugsgebiet keine Wasserschutzzone ausgewiesen.

Stau- und Grundwasser

Im Plangebiet ist temporär mit dem Auftreten von Grund- und / oder Stauwasser zu rechnen. Unterirdische Gebäudeteile sollten daher mit einer Abdichtung gegen drückendes Wasser ausgeführt werden, um vor dem Eintreten von Grund- / Stauwasser geschützt zu sein. Der Anschluss von Hausdrainagen an die städtischen Kanäle ist nicht statthaft. Hierzu wird ein entsprechender Hinweis in den Bebauungsplan aufgenommen.

2.5 Erfordernisse des Gewässerschutzes

Der Erlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ vom MUNLV auch „Trennerlass“ bezeichnet, macht Vorgaben zur Behandlung des Niederschlagswassers.

Die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen ist je nach Luftverschmutzung und Flächennutzung sehr unterschiedlich. Mit Hilfe des Merkblattes DWA M153 kann die Notwendigkeit und der Umfang einer Regenwasserbehandlung hergeleitet werden. Die Berechnung ist dem Anhang I beigelegt.

Grundgedanke des Nachweises ist, dass die Emission aus Trenngebieten (E) die Belastbarkeit des Gewässers (G) nicht übertreffen soll. Unbehandelter Niederschlagsabfluss darf nicht stärker belastet sein, als das Selbstreinigungsvermögen des aufnehmenden Gewässers verkraften kann. Andernfalls ist der Abfluss vor der Einleitung zu reinigen. Zur Beurteilung unterschiedlicher Behandlungsmaßnahmen zur Reinigung des Regenwassers wird das im DWA M 153 dargestellte Bewertungssystem verwendet. In das Bewertungssystem geht ein:

- Belastbarkeit des Gewässers: Bei der Einleitungsstelle in einen Graben oberhalb der Schwelme handelt es sich um einen kleinen Bachlauf mit besonderem Schutzbedürfnis, Typ G24 mit einer Belastbarkeit von 10 Punkten.
- Verschmutzung des Niederschlages: Je nach Luftverschmutzung ist der fallende Niederschlag verschieden stark verunreinigt. Anhand einer pauschalen Zuordnung ist im Bereich Winterberg die Luftverschmutzung normal (L1), sie entspricht der Bebauung in Siedlungsgebieten bei einer Punktzahl von 1.
- Verschmutzung der Oberflächen: Die Verschmutzung wird nach ihrer Nutzung bewertet. Die Verunreinigung im Einzugsgebiet Winterberg erfolgt über die Straße, Plätze und befestigten Flächen der Bebauung.

Ausschluss unbeschichteter metallischer Dacheindeckungen

Unbeschichtete metallische Dacheindeckungen aus Kupfer, Zink und Blei sind aufgrund möglicher Schwermetallauswaschung ins Niederschlagswasser unzulässig.

Die **Flächenbelastung** der Straßen- und Dachflächen beträgt im Mittel 12,46 Punkte.

Der **Belastbarkeit** G des Grabens mit 10 Punkten steht eine Belastung durch Luftverschmutzung und Oberflächenverunreinigung von etwa 12,46 Punkten gegenüber. Das eingeleitete Regenwasser soll daher behandelt werden, da die Belastung größer als die Belastbarkeit des Gewässers ist. Die zulässige Emission $E = \text{Abflußbelastung } B * \text{Durchgangswert } D$ der Behandlungsanlage soll kleiner oder gleich der Belastbarkeit der Schwelme sein. Es gilt:

$E \leq B * D$ mit

G = 10,0 Punkte Gewässerbelastbarkeit

B = 12,5 Punkte Abflussbelastung

Wirkung der Regenwasserbehandlung: der größte Durchgangswert der Behandlungsanlage D darf $E/B = 0,80$ betragen.

Vorzugslösung ist die Reinigung in einer Sedimentationsanlage mit nachgeschaltetem Filterbecken. Diese Anlage wird unter Typ D26 geführt. Somit wird dem besonderen Schutz des Bachverlaufes oberhalb der Schwelme Rechnung getragen. Ergänzend sollten Straßenabläufe für Nassschlamm verwendet werden.

Mit diesen Maßnahmen wird eine :

- Emission aus dem Wohngebiet von 2,80 Werten errechnet, dem gegenüber steht eine
- Belastbarkeit des Vorfluters von 10,00 Werten gegenüber.

3 Technische Grundlagen

3.1 Entwässerungsverfahren und -system

Entsprechend dem Landeswassergesetz § 51a soll bei neu bebauten Flächen das Niederschlagswasser vorrangig vor Ort versickert oder ortsnah in ein Gewässer eingeleitet werden. In der Fortschreibung des Generalentwässerungsplanes der Stadt Schwelm vom Januar 2005 wurde die Entwässerung des Einzugsgebietes Winterberg bereits im Trennsystem berücksichtigt und nur der Schmutzwasserzufluss in das bestehende Kanalnetz eingerechnet. Als versiegelte Flächen, die im Mischsystem entwässern, wurde die perspektivische Lückenbebauung entlang der Winterberger Straße berücksichtigt.

Aufgrund der ungünstigen Bodenverhältnisse, die eine flächendeckende Regenwasserversickerung nicht erlaubt, wird die Entwässerung im Trennsystem geplant. Die Schmutzwasserkanalisation wird an den vorhandenen Sammler in der Frankfurter Straße angeschlossen, während das Niederschlagswasser in separaten Regenwasserkanälen zum Tiefpunkt des Einzugsgebietes abgeleitet wird. Eine ungedrosselte Ableitung des Regenwassers ist nicht möglich, da der vorhandene Bachlauf bis zur Einleitung in die Schwelme überfordert und besonders der verrohrte Abschnitt der Schwelme im Bereich der Eisenwerke völlig überlastet würde. Daher muss das Regenwasser zwischengespeichert und gedrosselt abgeleitet werden. Entsprechend dem Trennerlass soll Regenwasser, das auf durch Kfz befahrenen Straßen anfällt behandelt werden, bevor es in ein Gewässer eingeleitet wird.

Das **Schmutzwasser** fließt über Schmutzwasserkanäle in den vorhandenen Mischwasserkanal der Frankfurter Straße. Im Einzugsgebiet fällt nur häusliches Abwasser an. Es werden keine Gewerbebetriebe angesiedelt, deren Abwasseranfall gesondert zu berücksichtigen wären.

Das **Regenwasser** wird über Regenwasserkanäle gesammelt und in den Retentionsbodenfilter geleitet, um dann von dort gedrosselt und geklärt dem Graben oberhalb der Schwelme zugeführt zu werden. Die Anlage muss als lang gestrecktes muldenförmiges Erdbecken entlang der Höhenlinien ausgebildet werden. Dieses wird am Fuß des Wohngebietes Winterberg angelegt. Zur Reduktion des Wasserabflusses besteht für die einzelnen Gebäude noch die Möglichkeit der Nutzung des Regenwassers als „Betriebswasser“ für die Haustechnik. Die Errichtung von Zisternen wird empfohlen. In der Berechnung wird dieser zusätzliche Speicher aber nicht berücksichtigt.

3.2 Regenwasser

Neigungsgruppe

Die Neigungsgruppen wurden aus den vom planenden Büro errechneten Höhenlinien ermittelt, die aus den Vermessungsdaten erzeugt wurden. Auf Grund der starken Hängigkeit ermittelt sich überwiegend die Neigungsgruppe 4. Der Zusammenhang zwischen Befestigungsgrad und Neigungsgruppe gemäß DWA-Richtlinie A 118 wird berücksichtigt.

Regenspenden / Sicherheitsvorgabe

Für den rechnerischen Nachweis von Entwässerungsnetzen sind Überstauhäufigkeiten festgelegt. Ein Überstau tritt ein, wenn der rechnerische Maximalwasserstand im Schacht über die Höhe der Schachtabdeckungen steigt.

In Anlehnung an die Vorgaben der DIN EN 752-2 und der DWA A 118 werden für den Nachweis der Überstauhäufigkeit die folgenden Werte empfohlen, wobei als Bezugsniveau die Geländeober-

kante bzw. der Kanaldeckel gilt. Bei der Wahl der Überstauhäufigkeit sind die örtlichen Gegebenheiten (Gefährdungs- und Schadenspotential) angemessen zu berücksichtigen.

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 genannten Wert „1 in 50“	

Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis nach Sanierung (Bezugsniveau: Geländeoberkante)

Die Berechnung der Regenwasserkanäle erfolgt für die Häufigkeit $n=0,20$. Auch bei einem Regenereignis, das alle 5 Jahre auftritt, darf kein Wasser aus dem Kanalnetz austreten. Bezugshorizont ist hier das Straßenniveau. Bei diesen Regenstärken darf der Rohrquerschnitt aber einstauen. Auf Basis der KOSTRA- Niederschlagssummen wurden Modellregen als Blockregen für folgende Ereignisse eingesetzt:

- 10 Minuten Regen $n= 1/5$ mit 15,50 mm Niederschlag – entspricht 258 l/s*ha
- 15 Minuten Regen $n= 1/5$ mit 17,87 mm Niederschlag – entspricht 198 l/s*ha
- 30 Minuten Regen $n= 1/5$ mit 22,67 mm Niederschlag – entspricht 126 l/s*ha

3.3 Schmutzwasseranfall

Für das untersuchte Einzugsgebiet werden folgende Eckdaten angesetzt:

Phase	Anzahl	Art	Belegung	Personen
1	16 WE	Einfamilienhäuser	4,0 EW / Einheit	64 EW
1	6 WE	Reihenhäuser	3,0 EW / Einheit	18 EW
2	10 WE	Reihenhäuser	3,0 EW / Einheit	30 EW
2	6 WE	Doppelhaushälften	3,0 EW / Einheit	18 EW
2	45 WE	Mehrfamilienhäuser	3,0 EW / Einheit	135 EW
2	6 WE	Wohnungen Stadtvillen	3,0 EW / Einheit	18 EW
3	20 WE	Einfamilienhäuser	4,0 EW / Einheit	80 EW
3	8 WE	Doppelhaushälften	3,0 EW / Einheit	24 EW
	117 WE			387 EW

- spezifischer Abwasseranfall : 150 l/(E*d)
- Stundenfaktor: 12
- 100 % Fremdwasseranfall

Die Anzahl der Einwohner im Wohngebiet Winterberg wird auf 400 Personen aufgerundet. Die Schmutzwassereinleitung in den Mischwasserkanal der Frankfurter Straße errechnet sich mit dem aufgerundetem Ansatz zu:

- Tagesspitzenwert : $Q_{sx} = 400 \text{ EW} * 150 \text{ l/(E*d)} / (12 * 60^2 \text{ s}) = 1,389 \text{ l/s}$
- Fremdwasser : $Q_f = Q_{sx} = 1,389 \text{ l/s}$
- Tagesmittel : $Q_f + Q_{s24} = 1,389 * 12/24 + 1,389 = 2,083 \text{ l/s}$

Ein Sohlgefälle von mindestens 0,33 % für die Sammler wird eingehalten. Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten ergibt sich meistens ein größeres Sohlgefälle.

3.4 Hydraulische Kennwerte für die Kanäle

Für vorhandene, ältere Kanäle wird gemäß DWA A 110 eine betriebliche Rauigkeit von

$$k_b = 1,50 \text{ mm}$$

angesetzt. Neue Kanäle mit strömungstechnisch besser angepassten Schächten erlauben den Ansatz der geringeren Rauheit von:

$$k_b = 0,75 \text{ mm}$$

Die hydraulische Berechnung der Fließgeschwindigkeiten und Abflüsse in den Kanälen erfolgt gemäß DWA Arbeitsblatt A 110 unter Ansatz einer kinematischen Zähigkeit von

$$\nu = 1,31 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

3.5 Berechnungsmethoden

Die Kanäle werden auf der Grundlage der DWA Richtlinie A 118, sowie der DWA A 110 nachgewiesen. Zum Nachweis der vorhandenen Kanäle wird das hydrologisch- hydrodynamische Berechnungsprogramm Hystem-Extran (Version 6.4.2) des Institutes für technisch wissenschaftliche Hydrologie (itwh) Hannover eingesetzt. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung. Das Programm besteht aus einem hydrologischen Berechnungsteil (Hystem) und einem hydrodynamischen Teil (Extran). Der Programmteil Hystem berechnet die Abflussbildungs- und Abflusskonzentrationsprozesse der betrachteten Teilflächen und liefert auf diese Weise Zuflussganglinien zu den einzelnen Schächten des Kanalnetzes. Diese Ganglinie wird in Zeitschritten von einer Minute errechnet. Zur Bestimmung des Oberflächenabflusses wird für die undurchlässigen Flächen die Grenzwertmethode und für die durchlässigen Flächen der Ansatz nach Neumann unter Berücksichtigung der im Programm vorgegebenen Standardparameter gewählt.

Die sich aus dem hydrologischen Programmteil (Hystem) ergebenden Zuflussganglinien dienen dem hydrodynamischen Programmteil (Extran) als Eingabewerte zur Abflusstransportberechnung im Kanalnetz. Durch den implementierten hydrodynamischen Ansatz ist Extran in der Lage, die Einflüsse von Sonderbauwerken, Rückstau, Ein- und Überstau sowie die Fließumkehr zu berücksichtigen. Das Programm benötigt hierzu die vollständige Eingabe aller relevanten Kanalnetzdaten wie Größe der Teilflächen, befestigter Flächenanteil, Länge, Durchmesser und Typ des Kanalnetzabschnittes, sowie Gelände- und Sohlhöhen der verbindenden Schächte.

3.6 Bezeichnung der Haltungen

In der Berechnung werden die Haltungsnummern in Anlehnung an den GEP verwendet. Neue Schmutzwasserhaltungen des Trenngebietes erhalten Nummern ab **16.050**, Regenwasserkanäle Nummern über **15.650**. Bei Bestandskanälen werden die im GEP verwendeten Haltungsnummern übernommen. Die Schächte haben die gleiche Nummer, wie der daran angeschlossene ableitende Kanal. Im vorgelegten Lageplan haben die Haltungen den Zusatz **-5** erhalten. Dieses erlaubt die Unterscheidung, dass die vorgelegte Trassenwahl die 5. Variante von möglichen Trassen darstellt.

4 Ergebnis der Planung

4.1 Schmutzwasserkanalisation

Der Schmutzwasserkanal wird in der Nennweite DN 250 aus duktilem Grauguss GGG ausgeführt. Die Kanaltrassen sind in den Erschließungsstraßen verlegt, nur Haltung 16656 quert eine öffentliche Grünfläche. Die Tiefenlage der SW-Kanäle beträgt mindestens 2,50 m, liegt aber meistens tiefer, um die nördlich der Stichstraßen tiefer gelegene Bebauung im freien Gefälle anschließen zu können. Die Schmutzwasserkanalisation wird an 3 Stellen an die vorhandene Mischwasserkanalisation angeschlossen:

- Der in der Straße 4 gelegene SW- Kanal bindet an den vorhandenen Schacht 13861 an.
- Der über Straße 3 verlaufene Schmutzwasserkanal wird über einen neu in Haltung 13870 einzufügenden Schacht in der Frankfurter Straße an die vorhandene Kanalisation angeschlossen.
- Die Schmutzwasserkanäle in der nördlichen gelegenen Straße 1, 2 und der Querstraße folgen dem Geländegefälle und binden am vorhandenen Schacht 13874 in der Frankfurter Straße an die bestehende Kanalisation an.

Nördlich der Winterberger Straße befindet sich bereits ein Mischwasserkanalstrang. Über ihn kann zukünftig teilweise die erste Gebäudereihe entlang der Winterberger Straße entwässert werden. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der zu bauenden Haltungen:

Typ	Phase	DN	Länge	Gefälle		Material
				von	bis	
SW- Kanal	1	250	316,13 m	0,34%	13,09%	GGG
SW- Kanal	2	250	231,03 m	3,66%	8,32%	GGG
SW- Kanal	3	250	185,68 m	3,25%	3,34%	GGG
Summe			732,84 m			

4.2 Regenwasserkanalisation

Die Regenwasserkanäle werden entsprechend hydraulischem Erfordernis in den Nennweiten DN 300 bis DN 500 verlegt. Sie bestehen aus Beton oder Stahlbetonrohren. Die Kanaltrassen verlaufen meistens parallel der Schmutzwasserkanalisation in den Erschließungsstraßen auf öffentlichem Grund. Der Regenwasserkanal entlang der Frankfurter Straße verläuft auf der Böschungsoberkante in der öffentlichen Grünfläche entlang der Grenze zu den privaten Grundstücken. Der Zugang zum Zwischenschacht 15654 wird über einen Stichweg von der Straße 3 aus sichergestellt. Die Tiefenlage der RW-Kanäle beträgt mindestens 1,50 m, liegt aber meistens tiefer, um die nördlich der Stichstraßen tiefer gelegene Bebauung möglichst im freien Gefälle anschließen zu können. Der Schacht 15655 soll druckdicht verschlossen werden. Die neu zu bauenden Straßensinkkästen im Kreuzungsbereich sind an den vorhandenen Mischwasserkanal anzuschließen.

Die Übersicht stellt die zu bauenden Regenwassersammler zusammen:

Typ	Phase	DN	Länge	von	bis	Material
RW-Kanal	1	300	185,50 m	0,34%	12,06%	B
RW-Kanal	1	400	342,60 m	0,18%	13,45%	B
RW-Kanal	1	500	22,86 m	0,22%	0,22%	B
RW-Kanal	2	300	338,24 m	1,58%	15,37%	B
RW-Kanal	3	300	178,72 m	3,36%	3,49%	B
Summe			1.067,92 m			

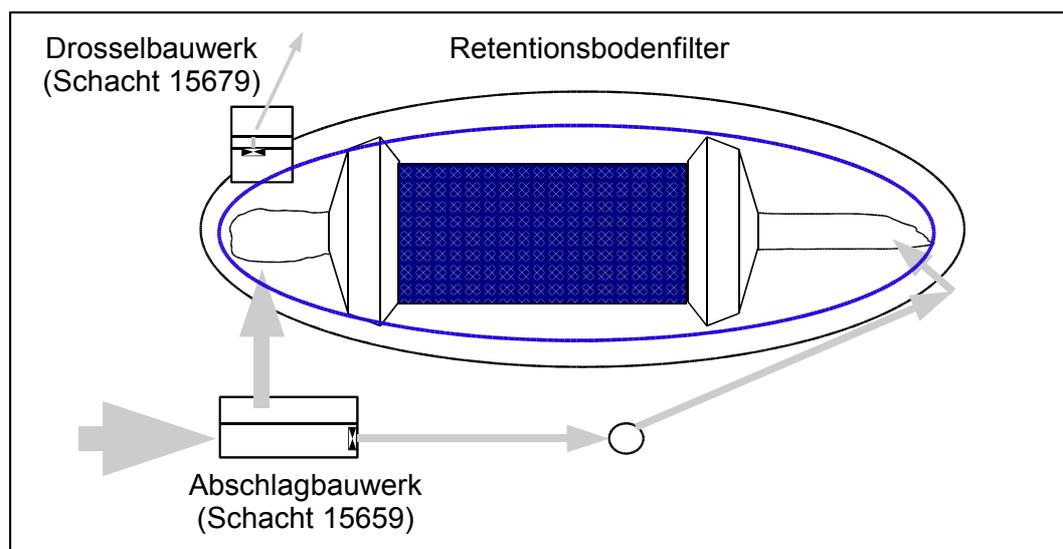
Nach Bauphasen sortiert ergibt sich folgende Zusammenstellung für das Trennsystem:

Phase	Typ	DN	Länge	Gesamt
1	SW- Kanal	250	316,13 m	
1	RW-Kanal	300	185,50 m	
1	RW-Kanal	400	342,60 m	
1	RW-Kanal	500	22,86 m	867,09 m
2	SW- Kanal	250	231,03 m	
2	RW-Kanal	300	338,24 m	569,27 m
3	SW- Kanal	250	185,68 m	
3	RW-Kanal	300	178,72 m	364,40 m
Summe alle Kanäle				1.800,76 m

4.3 Regenwasserbehandlung

Die Regenwasserbehandlung erfordert neben dem Retentionsbodenfilter auch ein vorgeschaltetes Abschlagbauwerk und eine Drossel, die den Abfluss aus dem Filter mindert und bei stärkeren Niederschlagsereignissen gedrosselt weiterleitet.

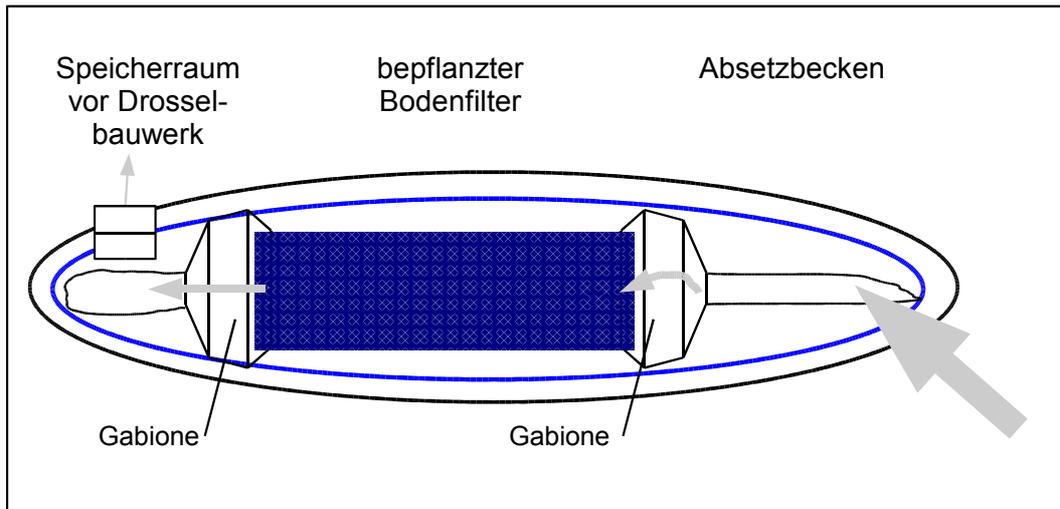
Die Skizze zeigt den Weg des Regenwasser zum Retentionsbodenfilter und von dort aus Richtung Schwelme:



4.3.1 Retentionsbodenfilter

Der Retentionsbodenfilter wird aus drei Teilen bestehen: im Osten aus einem Speicher als Absetzbecken und durch zum Beispiel eine Gabione getrennt, westlich angrenzend der bepflanzte Bodenfilter und daran anschließend der Speicherraum vor dem Drosselbauwerk. Das zum Erdreich hin abgedichtete Becken ist in Erdbauweise vorgesehen. Die drei Zonen werden bei einem sehr starken Regenereignis bis zum Wasserstand von 307,10 m überstaut und speichern insgesamt etwa 700 m³ Wasser.

Die Prinzipskizze zeigt die Aufteilung des Retentionsbodenfilters und den Weg des Wassers durch diese Anlage.



4.3.2 Regenrückhalteraum

Das Rückhaltevolumen wird entsprechend DWA A 117 bemessen. Für die Bemessung des RRR sind folgende Flächen zu berücksichtigen:

- kanalisiertes Einzugsgebiet des Regenwasserkanalnetzes = 43.770 m²
- abflusswirksame Fläche aus Bebauung und Erschließung = 20.620 m²
- Fläche des Retentionsbodenfilters = 1.407 m²

Somit wird von einer befestigten, abflusswirksamen Fläche von $A_{E,b} = 2,203$ ha mit einem mittleren Abflussbeiwert von $\psi_{m,b} = 0,90$ ausgegangen. Die nicht befestigten Flächen wie Gärten werden mit $A_{E,nb} = 2,174$ ha und einem mittlerer Abflußbeiwert von $\psi_{m,b} = 0,05$ angesetzt.

Die Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens wird mit $T_a = 100$ a ($n = 0,01/a$) vorgegeben. Der Drosselabfluss muss so stark abgemindert werden, dass der natürliche Abfluss bei einem 100-jährigen Niederschlagsereignis nicht überschritten wird. Aus dem benachbarten Einzugsgebiet Halzenbecke waren von der Bezirksregierung Arnsberg nebenstehende Abflussspenden angegeben:

Hq_{100}	=	3040	l/s*km ²
Hq_{50}	=	2675	l/s*km ²
Hq_{25}	=	2280	l/s*km ²
Hq_{10}	=	1825	l/s*km ²

Mit einem mittleren Risikomaß mit dem Zuschlagsfaktor $f_z = 1,20$ und dem Drosselabfluss von

- $Q_d = 3040 \text{ l/s*km}^2 * 43.770/1000^2 = 133 \text{ l/s}$ ergibt sich ein
- erforderliches Volumen von $V = 693 \text{ m}^3$.

4.3.3 Absetzbecken

Im Absetzbecken sedimentieren Schwebstoffe im Regenwasser, bevor das Wasser zum Bodenfilter fließt. Das Absetzbecken wird im Dauerstau betrieben. Das Becken wird als wie ein ständig gefülltes Regenklärbecken bemessen.

Ständig gefüllte Regenklärbecken müssen für eine Oberflächenbeschickung q_a von höchstens 10 m/h, bezogen auf eine kritische Regenspende von 15 l/s*ha ausgelegt werden. Die größte horizontale Fließgeschwindigkeit darf 0,05 m/s betragen. Diese Becken wirken wie Durchlaufbecken bei Vollfüllung, die Konstruktionsgrundsätze für Durchlaufbecken sind daher entsprechend DWAA 166 zu beachten.

Folgenden Hauptabmessungen werden gewählt (Mittelwerte, da es sich nicht um ein Rechteckbecken handelt)

- mittlere Länge L 16,00 m
- mittlere Breite B 5,00 m
- Wassertiefe H 1,10 m

4.3.4 Bodenfilter

Der Retentionsbodenfilter wird nach Merkblatt DWA M 178 als Fangbecken mit Speicherlamelle bemessen. Als Speicherlamelle wird der Aufstau über dem Filterbecken bezeichnet. Der Bodenfilter ist von unten nach oben stufenweise aufgebaut aus :

- 30 cm Drainagekies 2/8 mm (70% 2/4mm und 30% 4/8mm),
- 50 cm Filtersand 0/2 mm nach Vorgabe des DWA M 178,
- 15 cm Vegetationszone mit Schilf bepflanzt (*Phragmites communis* oder *Phragmites australis* über eine Vegetationsperiode vorkultiviert.

Der Filter wird durch die Vegetationszone hindurch vertikal durchströmt und reinigt auf diese Weise das eingeleitete Regenwasser. Es wird davon ausgegangen, dass der anstehende Boden nicht zur Abdichtung des Beckens verwendbar ist, sondern nur für den Dammbau eingesetzt werden kann. Daher soll das Becken durch PEHD Kunststoffbahnen mit einer Mindestdicke von 2 mm abgedichtet werden. Zum Schutz der Dichtung wird diese beidseitig mit Geotextil bedeckt. Bentonitmatten können wegen der steilen Böschungsneigung nicht eingesetzt werden.

Das durch den Bodenfilter geflossene Wasser wird in Dränagesammlern DN 200 gefasst. Die Dränageleitungen werden in Beckenquerrichtung bis zur Dammoberkante gezogen, um eine einfachere Inspektion der Drainage zu ermöglichen. Drainageleitungen sind ohne starke Richtungsänderungen ($\leq 15^\circ$) zu verlegen, damit später eine Kamerabefahrung möglich ist.

Im Drosselbauwerk wird der gesamte Regenwasserzufluss des Einzugsgebietes gedrosselt. Bei einem 100-jährigen Regenereignis würden aus dem natürlichen Einzugsgebiet „Winterberg“ etwa bis zu 133 l/s abfließen. Für diesen Drosselabfluss ist das Rückhaltebecken bemessen.

Der Bodenfilter sollte etwa 485 m² Oberfläche besitzen, damit die mittlere Filterbelastung mit 42,9 m³/m²*a geringer als die zulässige Belastung bleibt.

Um überschüssige Erdmassen aus dem Leitungsbau und den Aushub für das Becken nicht abfahren zu müssen, werden dieselben soweit möglich zum Dammbau verwendet. Die Länge und Gestaltung des Dammes erfolgt daher auch nach topographischen Gesichtspunkten und nach der Massenbilanz des Erdbaus.

- Bodenfilterfläche A_F 485 m²
- Filterbelastung $h_{F,m}$ 42,9 m³/m²*a als Jahresmittelwert < 50 m³/m²*a

4.3.5 Dammhöhen und Freibord

Die geplante Dammhöhe liegt bei 308,00 m.ü.NHN. Der erforderliche Freibord beträgt bis 2 m Einstauhöhe nach /13/ :

$$f = f_{wi} + f_{si} = f_{Wind} \cdot f_{Damm} + f_{si} \\ = 0,1 \text{ m} \cdot 0,67 + 0,1 = 0,17 \text{ m}$$

mit:	Windfreibord :	$f_{Wind} = 0,10 \text{ m}$
	Wichtungsfaktor Dammkrone:	$f_{Damm} = 0,67$ (unbefestigter Betriebsweg)
	Sicherheitszuschlag:	$f_{si} = 0,10 \text{ m}$

Außerdem ist noch die Überfallhöhe im Drosselbauwerk von 31 cm zu berücksichtigen, die sich einstellt, wenn die Drossel versagen sollte. (Berechnung siehe Kap. Drosselbauwerk) Die höchste zulässige Höhe der Notentlastung errechnet sich demnach zu :

$$H_{ent.} = 308,00 \text{ m ü. NHN} - 0,17 \text{ m} - 0,31 \text{ m} = 307,52 \text{ m ü. NHN.}$$

Die gewählte Höhe beträgt

$$\text{gew. } H_{ent.} = 307,10 \text{ m ü. NHN.}$$

4.3.6 Abschlagbauwerk (Schacht 15659)

Damit bei starken Niederschlägen im Absetzbecken sedimentierte Schwebstoffe nicht mehr aufgewirbelt werden, wird der Zufluss zum Absetzbecken in einem Abschlagbauwerk begrenzt. Dort abgeschlagenes Wasser wird in die Zone vor dem Drosselbauwerk geleitet.

Das Abschlagbauwerk wird als Regenüberlauf mit hoch gezogener Schwelle ausgeführt. Als Drossel wird ein Drosselschieber mit 400 mm Durchmesser verwendet, der 15 cm geöffnet wird. Die Überlaufschwelle wird durch ein nachjustierbares Überlaufblech auf die Höhe von 307,25 m.ü. NHN gebracht. Eine Tauchwand leitet Geschwemmsel weiter zum Absetzbecken. Bei stärkerem Einstau des Retentionsbodenfilters bei einem Wasserstand von bis zu 307,10 m.ü. NHN gibt es einen geringen Rückstau in den Ablauf. Die Schwellenhöhe liegt 15 cm über dem Stauziel und gewährleistet immer einen vollständigen Überfall.

- Drosselschieber DN 400, mit 150 mm geöffnet
- Drosseldurchfluss 96,0 l/s
- Überfallhöhe Schwelle 0,21 m bei 2,00 m Schwellenlänge

4.3.7 Drosselbauwerk (Schacht 15679)

Das Drosselbauwerk ist baulich einfach gestaltet und besitzt zur Begrenzung des Abflusses eine mechanische Wirbeldrossel. Vorgeschlagen wird ein konisches Wirbelventil in nasser Aufstellung der Firma UFT, Typ FluidCon mit der Nennweite DN 250, die bei 2 m Druckhöhe den größten Abfluss von 125 l/s erreicht.

Das Stauziel liegt bei 307,10 m.ü. NHN die Drosselsohle befindet sich bei 304,75 m so dass eine Druckhöhe von 2,35 m erzeugt wird, die einen Drosselabfluss von bis zu 133 l/s erlaubt. Die Drossel ist für den Dauereinsatz im Wasser konstruiert. Sie besteht aus rostfreiem Edelstahl und Kunststoffelementen.

Damit gegebenenfalls abtreibende Pflanzenteile die Drosselfunktion nicht beeinträchtigen, wird der Zulauf zur Drossel mit einem Rechen, Stababstand 100 mm ausgestattet. Ein Geröllfang vor dem Zulauf hält größere Steine zurück. Rechen und Geröllfang können leicht über die neben dem Drosselschacht angeordnete Treppe erreicht werden. Das Drosselbauwerk selber wird durch ein 4-teiliges Gitterrost abgedeckt. Ein von der Abdeckung des Drosselschachtes aus bedienbarer

Absperrschieber DN 250 ermöglicht den Ablauf aus dem Becken, falls sich die Drossel trotzdem verlegt haben sollte.

Das Stauziel wird durch die auf 307,10 m.ü. NHN gezogene Zwischenwand zwischen Drosselkammer und Ablaufkammer sichergestellt. Diese Wand verhindert auch ein Überströmen eines Dammes, funktioniert somit als Notentlastungen, falls das Drosselorgan versagt.

Schwelle	
Zufluss $Q_{r, n=0,2}$	437,00 l/s
Schwellenlänge L =	1,75 m
Überfallbeiwert μ =	0,50 - breites Wehr
Überfallhöhe h_{μ} =	0,31 m

4.3.8 Ableitung zur südlichen Schwelme

Der Drosselabfluss wird über eine etwa 46 m lange Verrohrung DN 400 nach Norden in das angrenzende Waldgebiet geleitet, wo es in einem Graben zu Tage tritt. Im weiteren Verlauf in einer natürlichen Senke abfließend, bildet der Drosselabfluss mit dem natürlichen Abfluss einen Nebenarm der „Südlichen Schwelme“, mit der er unterhalb des Vorwärmbeckens zusammentrifft. Der Querschnitt wird zunächst auf etwa 1150 m mit einer Sohlbreite von $b = 0,5$ m und mit Böschungsneigungen von 1 : 2,5 gestaltet. Mit einem mittleren Sohlgefälle von $J_s = 10$ % und einem Stricklerwert von $k_{st} = 30 \text{ m}^{1/3}$ ergeben sich nach der Manning-Strickler-Formel

$$Q = A * R^{2/3} * J^{1/2} * k_{st}$$

folgende Wassertiefe:

- Abfluss Q_{dr} = 133 l/s Bemessungswassermenge
- Fließtiefe h = 0,105 m

5 Kosten

Die Kosten der entwässerungstechnischen Erschließung teilen sich auf in die Kosten für :

- die Schmutzwasserkanalisation (mit Baustraße)
- die Regenwasserkanalisation
- die Sonderbauwerke (Abschlagbauwerk, Drosselbauwerk und Retentionsbodenfilter)

Die Baukosten ergeben sich entsprechend der Kostenberechnung [vgl. Anhang III] zu :

Zusammenstellung Schmutzwasserkanal und Baustraße				
	Gesamt	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Titel 1: Baustelleneinrichtung	39.035,00 €	17.236 €	12.075 €	9.723 €
Titel 2: Rohrgrabenarbeiten	163.327,00 €	82.004 €	46.345 €	34.978 €
Titel 3: Rohrverlegung u. Dichtigkeitsprüfung	70.249,00 €	30.412 €	22.123 €	17.714 €
Titel 4: Rohrbettungsarbeiten	26.270,00 €	11.216 €	8.500 €	6.554 €
Titel 5: Schächte und Bauwerke	52.826,00 €	27.501 €	15.297 €	10.028 €
Titel 6: Straßenbau (Baustraße)	226.063,00 €			
Titel 7: Verschiedenes	31.591,25 €	13.619 €	9.957 €	8.016 €
Titel 8: Hausanschlüsse	84.994,00 €	36.182 €	27.010 €	21.802 €
Titel 9: Baufeldfreimachung				
Baukosten nur Schmutzwassersammler	468.292,25 €	218.170 €	141.307 €	108.815 €
Baukosten Baustraße	<u>226.063,00 €</u>	46,59%	30,17%	23,24%
Zwischensumme SW- Sammler und Baustraße	694.355,25 €			
Zuzüglich 19% Mwst.	<u>131.927,50 €</u>			
Gesamtkosten brutto (gerundet)	826.282,75 €			

Zusammenstellung Regenwasserkanal				
	Gesamt	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Titel 1: Baustelleneinrichtung	40.719,00 €	21.368 €	12.702 €	6.656 €
Titel 2: Rohrgrabenarbeiten	215.030,00 €	106.983 €	69.171 €	38.716 €
Titel 3: Rohrverlegung u. Dichtigkeitsprüfung	77.384,00 €	43.058 €	22.592 €	11.776 €
Titel 4: Rohrbettungsarbeiten	47.492,00 €	26.827 €	13.629 €	7.120 €
Titel 5: Schächte und Bauwerke	64.493,00 €	32.718 €	23.687 €	8.088 €
Titel 7: Verschiedenes	30.891,70 €	16.119 €	9.676 €	5.124 €
Titel 8: Hausanschlüsse	110.362,00 €	57.192 €	35.069 €	18.101 €
Zwischensumme Baukosten Regenwassersammler	586.371,70 €	304.265 €	186.526 €	95.581 €
Zuzüglich 19% Mwst.	<u>111.410,62 €</u>			
Gesamtkosten brutto (gerundet)	697.782,32 €			

Zusammenstellung Sonderbauwerke – Phase 1	
Abschlagbauwerk	29.730,00 €
Drosselbauwerk	40.650,00 €
Retentionsbodenfilter	<u>378.750,00 €</u>
Zwischensumme Sonderbauwerke	449.130,00 €
Zuzüglich 19% Mwst.	<u>85.334,70 €</u>
Gesamtkosten brutto (gerundet)	534.464,70 €

Nicht eingerechnet sind hier die Kosten für die entwässerungstechnische Planung und Vermessungsarbeiten sowie das Baugrundgutachten.

STADT SCHWELM

Erläuterungsbericht

Wohngebiet Winterberg

- Entwässerungstechnische Planung zum Bebauungsplan Nr. 86 - Genehmigungsplanung



47166 Duisburg, Hamborner Altmarkt 28 A
Telefon (0203) 551233, Fax (0203) 551234

35410 Hungen, Stettiner Straße 45
Telefon (06402) 2071, Fax (06402) 7096

09224 Chemnitz, Bergstraße 7
Telefon (0371) 8448228, Fax (0371) 8448229



Stadt Schwelm
Planung, Bauordnung
Moltkestraße 25
58332 Schwelm

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.1	Allgemeines und Veranlassung	1
1.2	Gegenstand der Planung	1
1.3	Planungsabstimmung	1
1.4	Einbindung in andere Planungen	1
2	Örtliche Verhältnisse	2
2.1	Beschreibung des Entwässerungsgebietes	2
2.2	Bauliche Nutzung und abflusswirksame Flächen	2
2.3	Bestehende Ver- und Entsorgungsleitungen	3
2.4	Bodenverhältnisse	3
2.5	Erfordernisse des Gewässerschutzes	4
3	Technische Grundlagen	6
3.1	Entwässerungsverfahren und -system	6
3.2	Regenwasser	6
3.3	Schmutzwasseranfall	7
3.4	Hydraulische Kennwerte für die Kanäle	8
3.5	Berechnungsmethoden	8
3.6	Bezeichnung der Haltungen	8
4	Ergebnis der Planung	9
4.1	Schmutzwasserkanalisation	9
4.2	Regenwasserkanalisation	9
4.3	Regenwasserbehandlung	10
4.3.1	Retentionsbodenfilter	11
4.3.2	Regenrückhalteraum	11
4.3.3	Absetzbecken	12
4.3.4	Bodenfilter	12
4.3.5	Dammhöhen und Freibord	13
4.3.6	Abschlagbauwerk (Schacht 15659)	13
4.3.7	Drosselbauwerk (Schacht 15679)	13
4.3.8	Ableitung zur südlichen Schwelme	14
5	Kosten	15

Anhang:

- I Hydraulische Berechnungen Bauwerke
- II Kanalnetzberechnung
- III Kostenberechnung

Anlage	Blatt		Maßstab
1	1	Übersichtsplan	1 : 5000
2	1	Lageplan Einzugsgebiete RW-Kanal	1 : 500
2	2	Lageplan Erschließungsstraße	1 : 500
3	1	Abschlagbauwerk - Grundriss und Schnitt	1 : 25
3	2	Drosselbauwerk - Grundriss und Schnitt	1 : 25
3	3	Detail Retentionsbodenfilter - Schnitt	1 : 50
4	1	Längsschnitt SW- und RW- Kanal Bauphase I	1 : 50/500
4	2	Längsschnitt SW- und RW- Kanal Bauphase II	1 : 50/500
4	3	Längsschnitt SW- und RW- Kanal Bauphase III	1 : 50/500
5	1 - 5	Längsschnitte Straßenplanung	1 : 50/500



Stadt Schwelm



**Entwässerungstechnische Planung
zum Bebauungsplan Nr. 86
- Wohngebiet Winterberg -**

Vorhabensträger:

Der Entwurfsverfasser:
BAUINGENIEURBÜRO
Dr. Sonnenburg, GmbH u. Co KG

Schwelm, den

Duisburg, den 10.10.2011
Der Geschäftsführer

Unterschrift

C. Sonnenburg, Dipl.-Ing.

Bearbeiter:

A. Rings, Dipl.-Ing.

Schriftentum

- (1) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95, 1995
- (2) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RstO 01. 2001
- (3) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 94, Ausg. 1997
- (4) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau ZTVT-StB 95, Ausg. 1998
- (5) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt, ZTVA-StB 01, Ausg. 2001
- (6) **Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen**
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen, ZTVP-StB 2000, Ausg. 2000
- (7) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Arbeitsblatt A 110 "Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen, St. Augustin 2001
- (8) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Arbeitsblatt A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Hennef, Nov. 1999
- (9) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Arbeitsblatt A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Hennef, März 2001
- (10) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Arbeitsblatt A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung- und rückhaltung, Hennef, Nov. 1999
- (11) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Merkblatt M 153, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Hennef, Aug. 2007
- (12) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall (DWA)**
Merkblatt M 177, Empfehlungen für die Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, Hennef, Okt. 2005
- (13) **Brandt, T. und Lang, J.**
Sicherheitsbetrachtungen für kleinere Hochwasserrückhaltebecken, Wasser & Boden, 47. Jahrg., Heft 12, 1995.