

# **DIPLOMARBEIT**

## **Bemessung der Regenrückhalteräume der Neubaugebiete in der Gemeinde Ochtendung in der Verbandsgemeinde Maifeld**

Bearbeiter: Hanna Halft, Matrikelnummer 928.807

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Michael Erzmänn

### **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Im Juni 2000 wurde vom Ingenieurbüro Schneider Umwelt in Mendig (vormals Arcadis Consult) eine Entwässerungsstudie erstellt, da die Ortsgemeinde Ochtendung beabsichtigte, nördlich und östlich der Ortslage mehrere große Gewerbegebiete zu erschließen. Die Studie wurde anhand des derzeit gültigen Arbeitsblattes ATV-A 117 von 1977 durchgeführt und wird im Folgenden gemäß dem neuen Arbeitsblatt vom März 2001 überarbeitet. Die Entwässerung erfolgt im Trennsystem und, aus topografischen Gründen, in Richtung eines bestehenden Regenwassersammlers an der Umgehungsstraße L 117. Dieser Regenwassersammler mündet in ein Regenrückhaltebecken, das vom Straßenbaulastträger der Landstraße betrieben wird. Es wurde vereinbart, dass hier maximal 1000 l/s eingeleitet werden dürfen.

Die betrachteten Gebiete lassen sich hinsichtlich ihres Entwicklungsstandes in drei Gruppen einteilen: Einige sind bereits erschlossen und bebaut und entwässern derzeit schon in den Kanal an der Umgehungsstraße. Für die restlichen Gebiete liegen zum Teil schon Bebauungspläne vor, zum Teil sind diese aber noch in Bearbeitung oder noch nicht vorhanden. Bei der Erschließung weiterer Flächen wird jedoch die geforderte Einleitmenge von 1000 l/s überschritten. Aus diesem Grund sollen drei zentrale Regenrückhalteräume (RRR I, III und VI) die geforderte Gesamteinleitmenge in den Regenwassersammler sicherstellen. Bezüglich der Ableitung des Oberflächenwassers in gemeinsamen Gräben und Kanälen und insbesondere im Hinblick auf die gemeinsame Nutzung der Regenrückhalteräume kann die Planung der Entwässerungsmaßnahmen nur global erfolgen.

Eine grobe Übersicht über das Gesamtsystem liefert die [Lageskizze](#).

Im Einzelnen wurden in der Diplomarbeit folgende Punkte bearbeitet, die hier auszugsweise wiedergegeben sind:

## **I. Beschreibung der geplanten Maßnahmen einschließlich Fotodokumentation**

### Regenrückhalteraum III

Regenrückhalteraum III wird ca. 180 m westlich Gebietes 16 im Bereich einer natürlichen Senke angeordnet. Diese Senke befindet sich unmittelbar an der L 117, im Bereich der Kreuzung des Regenwassersammlers der Landstraße zum Regenrückhaltebecken des Straßenbaulastträgers. Der Drosselabfluss aus dem geplanten Becken kann noch vor der Kreuzung des Regenwassersammlers mit der Landstraße an diesen angeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung der Größe der angeschlossenen Fläche wurde ein **Drosselabfluss von 100 l/s** aus RRR III in den Regenwassersammler an der L 117 vereinbart...



Die für RRR III vorgesehene Fläche liegt in der Senke unterhalb der Pferdekoppel. Entlang des Wirtschaftsweges am linken Bildrand soll der geplante Entwässerungsgraben aus Gebiet 16 verlaufen, im Hintergrund befindet sich die L 117. Jenseits der Baumreihe auf der anderen Seite der Landstraße liegt das RRB des Straßenbaulastträgers.

## II. Hydraulische Nachweise

Zunächst wurde die vorhandene Bemessung der Regenrückhaltebecken gemäß ATV-Arbeitsblatt A 117 von 1977 überprüft...

### Regenrückhaltebecken III

Ermittlung der Berechnungsgrundlagen:

Für Gebiet 13 liegt mittlerweile ein Bebauungsplan vor, folglich konnten die befestigten Flächen genau ermittelt werden, die übrigen wurden grob geschätzt.

Gewerbegebiet „Auf der Lay“ (Gebiet 13)

	$A_E$ [ha]	GRZ [-]	$A_{red}$ [ha]
Teilgebiet A	0,49	0,8	0,39
Straße	0	-	0
<b>Summe</b>			<b>0,39</b>

Teileinzugsgebiete			$A_E$ [ha]	Bef.-grad [-]	$A_{red}$ [ha]	$Q_{r15;n=0,2}$ [l/s]
13	GG	Auf der Lay	1,68	-	0,39	66,96
14	GG	Fläche 3	4,50	0,7	3,15	540,86
15.2	GB	Nördl.. Fläche 2	4,26	0,4	1,70	291,89
16	MG	Am Kartalsweg	7,45	0,6	4,47	767,50
<b>Summe</b>			<b>17,89</b>		<b>9,71</b>	<b>1.667,21</b>

### **Bemessung:**

$$Q_{r15} = 1.667,21 \text{ l/s}$$

$$Q_{ab} = 100 \text{ l/s}$$

$$\eta = Q_{ab} / Q_{r15} = 0,060$$

$$t_f = 15 \text{ min}$$

$$BR = 1010 \text{ s} \quad \rightarrow \quad \underline{V_{RRB}} = BR * Q_{r15} / 1000 = \underline{1.684 \text{ m}^3}$$

...dann wurden die Regenrückhalteräume gemäß ATV-Arbeitsblatt A 117 vom März 2001 dimensioniert, wobei zunächst eine detaillierte Ermittlung der Berechnungsgrundlagen erfolgte.

### Regenrückhalteraum III

Undurchlässige Fläche  $A_U$ :

Gewerbegebiet „Auf der Lay“ (Gebiet 13)

	$A_E$ [ha]	GRZ [-]	$\Psi$ [-]	$A_U$ [ha]
Gebiet A	0,49	0,8	1,0	0,39
Gebiet B	0,62	-	0,6	0,37
Grünflächen	0,57	-	0,1	0,06
<b>Summe</b>	<b>1,68</b>			<b>0,82</b>

Gebiet	Nr.	$A_E$ [ha]	$\Psi$ [-]	$A_U$ [ha]
Gewerbegebiet „Auf der Lay“	13	1,68	-	0,82
Gewerbegebiet „Fläche 3“	14	4,50	0,7	3,15
Gemeindebedarfsfläche „Nördliche Fläche 2“	15.2	4,26	0,4	1,70
Mischgebiet „Am Kartalsweg“	16	7,45	0,6	4,47
<b>Summe</b>		<b>17,89</b>		<b>10,14</b>

Fließzeit  $t_f$ :

Der längste Fließweg zum Regenrückhalteraum III beginnt in Fläche 2 und beträgt rd. 670 m.

Nach der o. g. Faustformel ergibt sich für die Fließzeit:

$$t_f = 670 \text{ m} * 1,2 \text{ s/m} = 804 \text{ s} = 13,4 \text{ min} \quad \sim \mathbf{15 \text{ min}}$$

Anschließend wurden die Rückhalteräume mit Hilfe eines Excel-programmierten Tabellenblattes bemessen...

<b>Regenrückhalteraum III</b>						
Rechnerische Ermittlung des erforderlichen Volumens nach dem einfachen Bemessungsverfahren						
<b>Vorgegebene Bemessungskennwerte:</b>						
<b>Einzugsgebiet:</b>						
Einzugsgebietsfläche $A_E$ :						17,89 ha
Undurchlässige Fläche $A_U$ :						10,14 ha
Fließzeit $t_f$ :						15 min
<b>Drosselabflüsse:</b>						
Konstanter Drosselabfluss $Q_{dr,1}$ :						100,0 l/s
Summe Drosselzuflüsse aus oberhalb liegenden Becken $Q_{dr,2}$ :						0,0 l/s
Trockenwetterabfluß $Q_{t24}$ :						0,0 l/s
Regenanteil des Drosselabflusses $Q_{dr,r,u} = Q_{dr,1} - Q_{t24} - Q_{dr,2}$ :						100,0 l/s
Regenanteil der Drosselabflussspende $q_{dr,r,u} = Q_{dr,r,u}/A_U$ :						9,9 l/(s*ha)
<b>Bemessungsgrößen:</b>						
Wiederkehrzeit T:						5,0 a
Niederschlagshäufigkeit n :						0,20 1/a
Hilfswert $f_1$ zur Ermittlung von $f_A$ :						0,97
Abminderungsfaktor $f_A$ (Gültigkeitsbereich gem. Anhang 2, A 117, sonst $f_A=1$ ):						0,98
Gewählter Zuschlagsfaktor $f_Z$ (1,10: hohes Risiko; 1,20: geringes Risiko):						1,20
D	$hN(D,n=0,2)$	Regenspende $r(D,n=0,2)$	Drosselabfluss-spende $q_{dr,r,u}$	$rD,n - q_{dr,r,u}$	spez. Speichervolumen $V_{s,u}(D)$	
	[mm]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[m3/ha]	
5 min	10,6	354,2	9,9	344,3	122	
10 min	13,5	224,3	9,9	214,4	152	
15 min	15,5	171,7	9,9	161,8	172	
20 min	17,0	142,1	9,9	132,2	187	
30 min	19,6	108,8	9,9	98,9	210	
45 min	22,5	83,3	9,9	73,4	234	
60 min	24,8	68,9	9,9	59,0	251	
90 min	27,6	51,0	9,9	41,1	262	
2 h	29,7	41,2	9,9	31,3	266	
3 h	33,0	30,5	9,9	20,6	263	
4 h	35,5	24,7	9,9	14,8	252	
6 h	39,5	18,3	9,9	8,4	215	
9 h	43,9	13,5	9,9	3,6	139	
12 h	47,3	10,9	9,9	1,0	53	
18 h	53,4	8,2	9,9	-1,7	-127	
24 h	59,6	6,9	9,9	-3,0	-302	
48 h	59,3	3,4	9,9	-6,5	-1319	
72 h	67,7	2,6	9,9	-7,3	-2223	
Spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}(D),max = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_A * f_Z * 0,06 =$						<b>266</b>
<b>Erforderliches Rückhaltevolumen</b>				<b>2.702 m<sup>3</sup></b>		

### III. Vergleich der Bemessungsverfahren nach dem alten und dem neuen ATV- Arbeitsblatt A 117

Im ersten Teil wird das einfache Bemessungsverfahren nach dem neuen Arbeitsblatt mit dem alten Bemessungsverfahren verglichen. Dabei soll besonders auf die unterschiedliche Ermittlung der einzelnen Ausgangsgrößen und ihren Einfluss auf das Volumen der Regenrückhalteräume eingegangen werden. Es werden jedoch nur solche Werte verglichen, die in beiden Bemessungsverfahren als Ausgangsgrößen nötig sind.

- Häufigkeit  $n$
- Regenspende  $r$
- befestigte Gebietsfläche  $A_{\text{red}}$  bzw. „undurchlässige Fläche  $A_U$
- Fließzeit  $t_f$
- Drosselabfluss  $Q_{\text{ab}}$  bzw.  $Q_{\text{dr},1}$
- Entleerungszeit  $t_E$
- Volumen  $V_{\text{RRB}}$  bzw.  $V_{\text{RRR}}$

...Die Unterschiede in den Ergebnissen der beiden Fassungen für ein und dieselbe Rückhalteeinrichtung sind relativ groß...

Regenrückhalteraum	IV	III	VI	Mulden
Volumen nach neuer ATV	302	2.702	3.053	5.012
Volumen nach alter ATV	206	1.684	1.668	2.682
<b>Volumenzunahme [%]</b>	<b>47</b>	<b>60</b>	<b>83</b>	<b>87</b>

Beispielhaft wurden hier die Volumina von vier der sechs Rückhalteeinrichtungen miteinander verglichen, wobei die beiden Varianten von Rückhalteraum I aufgrund ihres Sonderstatus durch vorgeschaltete Entlastungen nicht berücksichtigt wurden. Dabei wiesen alle einen starken Anstieg nach der neuen ATV im Gegensatz zur alten auf. Worin genau diese starke Volumenzunahme allerdings begründet liegt, lässt sich im Hinblick auf die einzelnen Bemessungsfaktoren nicht sagen. Vielmehr kann hier nur davon ausgegangen werden, dass die Volumenformel im alten Arbeitsblatt überholt ist und nicht mehr den heutigen Erkenntnissen entspricht. Wie dem Vorwort in der neuen ATV zu entnehmen ist, war einer der Hauptgründe für die Entwicklung einer Neufassung die häufige

Unterbemessung von Rückhalteeinrichtungen, insbesondere solcher mit geringen Drosselabflusspenden...

Im zweiten Teil werden solche Größen betrachtet, die ausschließlich im neuen Arbeitsblatt Berücksichtigung finden und im Hinblick auf ihre Bedeutung für das Bemessungsverfahren bewertet.

- Abminderungsfaktor  $f_A$
- Zuschlagsfaktor  $f_Z$
- Abflussbeiwert  $\psi$

#### **IV. Langzeitsimulationen mit den Programmen R-Win und Murisim**

Zuerst wurden die beiden Programme kurz beschrieben...

##### Kurzbeschreibung des Programms R-Win

R-Win ist ein Niederschlags-Abfluss-Modell für die Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten, wobei es sich sowohl für die Oberflächenentwässerung einzelner Grundstücke als auch für Entwässerungskonzepte größerer Einzugsgebiete eignet.

Das Programm bietet eine grafische Benutzeroberfläche, worauf die einzelnen Systemelemente (Einzugsgebiete, Becken, usw.) übersichtlich angeordnet und untereinander verbunden werden können. Zu jedem dieser Elemente lässt sich per Mausklick eine Dialogbox öffnen, wo die jeweiligen bemessungsrelevanten Daten direkt eingegeben werden können. In der Menüzeile sowie auch in der Werkzeugleiste befinden sich die programmunterstützenden Funktionen, wie z. B. der Bearbeitungs- und Simulationsmodus. Auch die zugrundegelegte Niederschlagsdatei kann hier eingelesen werden...

##### Kurzbeschreibung des Programms Murisim

Murisim ist ähnlich aufgebaut wie R-Win. Auch hier können die Systemelemente auf einer grafischen Benutzeroberfläche angeordnet werden, Grundwasser, Fließgewässer und Auslass sind allerdings sozusagen als Pflichtelemente vorgegeben. Alternativ zum Systemplan sind die Elemente in einer zweiten Ebene aufgelistet, dem sogenannten Objektbaum. Dieser bietet

zwar eine bessere Übersicht der zugrundegelegten Daten, die Vernetzung der Elemente untereinander ist jedoch nur auf der grafischen Oberfläche ersichtlich...

... dann wurden die Eingangsdaten gewählt und begründet und schließlich die Langzeitsimulationen mit den beiden Programmen durchgeführt.

## V. Zusammenfassung

...Tabelle V.1 fasst die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen (Volumina in m<sup>3</sup>) nochmals zusammen:

	RRR I	RRR III	RRR IV	RRR VI	RM
A 117 alt	8.204	1.684	206	1.668	2.682
A 117 neu	13.160	2.702	302	3.053	5.012
R-Win	3.225	2.450	280	3.080	5.950
Murisim	12.250	2.100	240	2.400	4.650

Tabelle V.1

Dabei fällt auf, dass die Beckenvolumina, die nach dem alten Arbeitsblatt ermittelt wurden, im Vergleich zu denen der aktuelleren Bemessungsverfahren sehr gering ausfallen, ausgenommen das Volumen von RRR I nach R-Win. Dieser Ausreißer wurde bereits in Teil IV bewertet. Die Aktualisierung der A 117 war, wie schon in Teil III beschrieben, dringend erforderlich, um zukünftige Unterbemessungen von Regenrückhalteeinrichtungen zu vermeiden. Daher werden die Ergebnisse des alten Arbeitsblattes im Weiteren nicht mehr zu Vergleichszwecken herangezogen.

Da die Bemessung nach dem vereinfachten Verfahren mit dem höchstmöglichen Risikomaß ( $f_z = 1,2$ ) im Hinblick auf eine denkbare Unterbemessung durchgeführt wurde, ist anzunehmen, dass die beiden mittels Langzeitsimulation ermittelten Volumina geringer ausfallen dürften. Dies trifft zwar auf Murisim zu, in R-Win dagegen werden zum Teil sogar größere Volumina erreicht. Dies erklärt sich jedoch dadurch, dass die Rückhalteräume in R-Win die geforderte Häufigkeit von 0,2 1/a in jedem Fall unterschreiten.

In Murisim dagegen konnte die geforderte Häufigkeit genauer erreicht werden. Es ergaben sich durchweg kleinere Volumina als im vereinfachten Verfahren. Die Ergebnisse weichen zwar auch in unterschiedlichem Maße voneinander ab, hierfür sind jedoch

höchstwahrscheinlich komplexere Zusammenhänge in der Abflusssimulation verantwortlich, die nicht nachgewiesen werden können.

Das Risikomaß  $f_z$  wäre in diesem Fall auch noch mit 1,15 ausreichend groß gewählt gewesen, die größte Abweichung hätte sich demnach bei RRR III zu 19 % ergeben, die kleinste mit 2 % bei RRR I.

Abschließend sollte aber auch nicht vergessen werden, dass für die Langzeitsimulationen in Ermangelung hiesiger Daten Niederschlagsreihen der Regenstation Trier-Irsch verwendet wurden. Die Regenreihen eines näher gelegenen Schreibers hätten möglicherweise etwas andere Beckenvolumina bei der Langzeitsimulation bewirkt.