

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung

für

A 27, PWC-Anlage Krelingen

Berechnungsunterlagen

Berechnungsunterlagen	0
13.2 Berechnungsunterlagen	2
13.2.1 Berechnungsgrundlagen	2
13.2.1.1 Regenspende.....	2
13.2.1.2 Regenhäufigkeit	2
13.2.1.3 Spitzenabflussbeiwerte (Ψ_s)	2
13.2.1.4 Spezifische Versickerraten	3
13.2.1.5 Konstruktive Festlegungen	3
13.2.2 Berechnungsverfahren	3
13.2.2.1 Regenabfluss Q	3
13.2.2.2 Rohrleitungen.....	3
13.2.2.3 Durchlässe	4
13.2.2.4 Offene Gerinne.....	4
13.2.2.5 Versickerbecken.....	5
13.2.3 Berechnungen	5
13.2.3.1 Rohrleitungen.....	5
13.2.3.2 Durchlässe	6
13.2.3.3 Offene Gerinne.....	6
13.2.3.4 Versickerbecken.....	7

13.2 Berechnungsunterlagen

13.2.1 Berechnungsgrundlagen

Grundlage der Planung und Berechnung der Entwässerungsanlagen sind die "Richtlinien für die Anlagen von Straßen - Teil Entwässerung" (RAS-Ew 05) und die folgenden Arbeitsblätter des DWA-Regelwerkes (DWA = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.):

Arbeitsblatt A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen
Ausgabe 2006 (A 110)

Arbeitsblatt A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen
Ausgabe 2006 (A 117)

Arbeitsblatt A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
Ausgabe 2006 (A 118)

13.2.1.1 Regenspende

Die Regenspende wird gemäß neusten Erkenntnissen aus dem KOSTRA-Katalog ermittelt. Es handelt sich hierbei jeweils um die Mittelwerte für den Raum Hodenhagen, Rasterfeld Spalte 32, Zeile 32, (siehe Anlage 1).

Regenspende $r_{15,(n=1)} = 108,3 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$.

13.2.1.2 Regenhäufigkeit

Die Häufigkeit des Bemessungsregens wird nach RAS-Ew 05 wie folgt in der Berechnung angesetzt:

	Häufigkeit Wiederkehrzeit	
	n [1/a]	T [a]
Rohrleitungen	1,0	1
Durchlässe	1,0	1
offene Gerinne	1,0	1
Regenrückhaltebecken	0,2	5

13.2.1.3 Spitzenabflussbeiwerte (Ψ_s)

Es werden folgende Spitzenabflußbeiwerte gewählt:

Abfluss von Fahrbahnflächen (bituminös befestigt) $\Psi_s = 0,90$
Abfluss von anderen befestigten Flächen $\Psi_s = 0,90$
Abfluss von Banketten und unbefestigten Flächen $\Psi_s = 0,05$

13.2.1.4 Spezifische Versickerraten

Für bewachsene Flächen im Straßenraum werden nach RAS-Ew 05 folgende spezifische Versickerraten angesetzt:

Bankette, Böschungen Einschnitt	sV = 100 l/(s·ha)
Mulden, Gräben, Versickerbereiche	sV = 150 l/(s·ha)
Böschungen Dammbereich	sV = 100 l/(s·ha)

Sich rechnerisch ergebende Negativ-Abflüsse werden zu Null gesetzt.

13.2.1.5 Konstruktive Festlegungen

Mulden: b = 2,00 m
 h < 0,30 m

Gräben: Sohlbreite b ≥ 0,50 m
 Grabentiefe t ≥ 0,50 m
 Böschungsneigung n = 1:1,5

Regenwasserkanäle Mindestquerschnitt gem. RAS-Ew DN 300
Betriebsrauigkeit $k_b = 1,5$ mm
Hydraulische Auslastung < 90 %

13.2.2 Berechnungsverfahren

13.2.2.1 Regenabfluss Q

Die Berechnung des Regenabflusses Q erfolgt mit dem Zeitbeiwertverfahren

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{E_i} \cdot \Psi_{S_i}$$

Q	[l/s]	= Oberflächenabfluss
$r_{D,n}$	[l/(s·ha)]	= Regenspende der Dauer D und der Häufigkeit n
$A_{E,i}$	[ha]	= Größe der jeweiligen Entwässerungsfläche
$\Psi_{S,i}$	[-]	= Zu $A_{E,i}$ gehörender Spitzenabflussbeiwert

13.2.2.2 Rohrleitungen

Die Bemessung der Rohrleitungen (Regenwasserkanalisation) erfolgt nach PRANTL-COLEBROOK.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left[-2 \cdot \lg \left(\frac{2,51 \cdot v}{d \sqrt{2g \cdot I_E \cdot d}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right) \right] \cdot \sqrt{2g \cdot I_r \cdot d} \rightarrow$$

Q	[m ³ /s]	= Durchfluss
d	[m]	= Innendurchmesser des Rohres

- I_E [m/m] = Energiegefälle
- g [m/s²] = Fallbeschleunigung
- ν [m²/s] = kinematische Viskosität
- k_b [mm] = betriebliche Rauigkeit

Die betriebliche Rauigkeit für Betonrohre wird mit $k_b = 1,5$ mm angesetzt. Die Berechnung erfolgt mit dem Programm REHM / HYKAS.

13.2.2.3 Durchlässe

Nach RAS-Ew wird ein eingestauter Rohrdurchlass bei Ansatz des Wandreibungsverlustes nach MANNING-STRICKLER einschließlich aller sonstigen Einzelverluste mit folgender Formel bemessen:

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta h}{\frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d^4} \cdot \left(1,5 + \frac{2 \cdot g \cdot l}{k_{St}^2 \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^3} \right)}}$$

Es bedeuten:

- Q [m³/s] = Durchfluss
- Δh [m] = Spiegeldifferenz Oberwasser / Unterwasser einschl. zul. Aufstau
 $= z + I \cdot l$
- g [m/s²] = Fallbeschleunigung (= 9,81 m/s²)
- d [m] = Innendurchmesser
- l [m] = Bauwerkslänge
- k_{St} [m^{1/3}/s] = Rauigkeitsbeiwert (= 65 m^{1/3}/s)
- z [m] = Aufstau
- I [m/m] = Gefälle des Rohrdurchlasses

Rohrdurchlässe, die mit Abflüssen ≤ 70 l/s belastet sind, werden hydraulisch nicht nachgewiesen, da ein Durchlass DN 400 mit $L=20$ m und $\Delta h = 0,06$ m (= 5 cm Aufstau + 1 cm Gefälle) immer noch rd. 70 l/s abführen kann.

13.2.2.4 Offene Gerinne

Zur Bemessung offener Gerinne wird die Kontinuitätsbedingung in Verbindung mit der Formel von MANNING-STRICKLER verwendet.

$$Q = A \cdot k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_E^{1/2}$$

- Q [m³/s] = Durchfluss
- A [m²] = Durchflossener Querschnitt
- v [m/s] = Mittlere Fließgeschwindigkeit
- k_{St} [m^{1/3}/s] = Rauheitsbeiwert, der von der Beschaffenheit der Gerinnewandung abhängt
- r_{hy} [m] = Hydraulischer Radius (A/I_w)
- I_E [m/m] = Energiegefälle (bei gleichförmigem Abfluss = Sohlgefälle).

Als Rauheitsbeiwert wird $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt.

13.2.2.5 Versickerbecken

Die Bemessung der Versickerbecken erfolgt nach dem einfachen Verfahren gemäß ATV-Arbeitsblatt ATV A 138.

$$V = [A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(n)} - Q_s] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

V	[m ³]	= Speichervolumen
A _u	[ha]	= undurchlässige Fläche
A _s	[m ²]	= Versickerungsfläche
r _{D(n)}	[l/(s·ha)]	= maßgebende Regenspende
n	[1/a]	= Häufigkeit des Bemessungsregens
D	[min]	= Dauer des Bemessungsregens
Q _s	[m ³ /s]	= Versickerungsrate = A _s · k _{f,u}
f _z	[-]	= Zuschlagfaktor gem. A 117

Bei vorgegebener Wiederkehrhäufigkeit der Regenereignisse wird iterativ die Regendauer berechnet, welche das größte Speichervolumen erfordert.

13.2.3 Berechnungen

Die Oberflächenabflüsse der Einzugsgebiete (EZG) wurden unter Berücksichtigung der spezifischen Versickerraten von bewachsenen Flächen im Straßenraum nach RAS-Ew für die verschiedenen Regenspenden tabellarisch ermittelt. Die Ergebnisse sind in Anlage 2 zusammengestellt und dienen als Grundlage für die folgenden Nachweise.

13.2.3.1 Rohrleitungen

13.2.3.1.1 Rohrleitung Schacht RW 9 bis RW 4

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 2 bis 12 und leitet über die Schächte RW 4 und RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 65 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.2 Rohrleitung Schacht RW 6 bis RW 1

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 3.1 bis 13 und leitet über den Schacht RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 73 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.3 Rohrleitung Schacht RW 3 bis RW 1

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 14 bis 20 und leitet über den Schacht RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 42 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.4 Rohrleitung Schacht RW 1 bis Pumpe

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den Schächten RW 1 bis RW 9 und leitet über die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 50 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.2 Durchlässe

Für den Durchlass in km 302+305 im Bereich des Einfädungsstreifens ist kein Nachweis erforderlich, da der Durchfluss ≤ 70 l/s ist. Der Mindestdurchmesser für diesen Durchlass wurde gewählt.

13.2.3.3 Offene Gerinne

Vorhandene Mulden und Gräben, deren Einzugsgebiete im Wesentlichen unverändert bleiben, werden im Folgenden zwar aufgeführt, jedoch nicht neu bemessen. Das gilt auch für vorhandene Mulden und Gräben, die abschnittsweise in geringfügig veränderter Lage entsprechend des vorhandenen Querschnittes neu hergestellt werden.

Für Mulden mit 2,00 m Breite und 0,30 m Tiefe beträgt die Leistungsfähigkeit bei 0,1 % Längsgefälle 86 l/s. Für Mulden, deren Belastung unter diesem Wert liegt, wird deshalb auf einen Nachweis der Leistungsfähigkeit verzichtet.

Bei Gräben mit einer Sohlbreite von 50 cm, einer Grabentiefe von 50 cm und einer Böschungsneigung von 1:1,5 beträgt die Leistungsfähigkeit bei 0,1 % Längsgefälle 166 l/s. Für Gräben, deren Belastung unter diesem Wert liegt, wird ebenfalls auf einen Nachweis der Leistungsfähigkeit verzichtet.

13.2.3.3.1 Graben Bau-km 1+515 bis 1+860

Der Graben wird in seiner Lage angepasst und zum Teil neu hergestellt. Da die Belastung kleiner 166 l/s ist, ist ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.3.2 Graben Bau-km 301+150 bis 301+220

Der Graben wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 166 l/s, ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.3.3 Graben Bau-km 302+305 bis 302+350

Der Graben wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 166 l/s, ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.3.4 Mulde Bau-km 301+220 bis 301+315

Die Mulde wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 86 l/s, ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.3.5 Mulde Bau-km 302+000 bis 302+300

Die Mulde wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 86 l/s, ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.4 Versickerbecken

13.2.3.4.1 Versickerbecken

Gemäß dem ingenieurgeologischen Streckengutachten steht an diesem Standort nach Abtrag des Oberbodens Mittelsand an. Beim Aushub des RRB ist zu gewährleisten, dass die Beckensohle den Horizont des Mittelsandes erreicht. Bei Bedarf sind zu diesem Zweck geeignete Maßnahmen durchzuführen, z.B. Bodenaustausch.

Gemäß der ingenieurgeologischen Beurteilung des Baugrundes ist für den anstehenden Mittelsand ein Durchlässigkeitskoeffizient von $k_f = 8,5 \cdot 10^{-6}$ m/s anzusetzen.

Vereinfachend wird der Durchlässigkeitsbeiwert eines Bodens im ungesättigten Zustand wie folgt angenommen (A 138):

$$k_{f,u} = k_f / 2 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} / 2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Hydraulische Bemessung:

Als für die Berechnung maßgebende „undurchlässige“ Fläche A_u im Sinne des A 117 wird nach RAS-Ew vereinfacht die reduzierte Fläche A_{red} angesetzt.

$$A_{red} = Q_{(n=1)} / r_{15,(n=1)}$$

$$A_{red} = 118,84 \text{ l/s (aus Anlage 2.1, Zeile 196)} / 108,3 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} = 1,097 \text{ ha}$$

Als Versickerungsfläche wird vereinfachend nur die Beckensohle $A_S = 650 \text{ m}^2$ berücksichtigt. Die zusätzliche Versickerleistung der Böschungsflächen wird rechnerisch nicht angesetzt. Als Zuschlagsfaktor wird $f_z = 1,2$ gewählt.

Als Versickerungsrate ergibt sich damit:

$$Q_S = A_S \cdot k_{f,u} = 650 \text{ m}^2 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

Das erforderliche Speichervolumen ergibt sich also zu:

$$V = (1,097 \text{ ha} \cdot 10^{-3} \cdot r_{D,(n)} - 0,007) \cdot D \cdot 60 \cdot 1,2$$

Das Versickerbecken wird für die Häufigkeit $n = 0,5/a$ dimensioniert. Für schrittweise Berechnung des erforderlichen Speichervolumens sind die entsprechenden Regenspenden heranzuziehen:

Dauerstufe D [min]	zugehörige Regenspende $r_{D(0.5)}$ [l/(s·ha)]	erforderliches Speichervolumen V [m ³]
5	218,8	84
10	164,9	125
15	133,8	151
20	113,1	169
30	87,0	191
45	65,3	209
60	52,6	219
90	38,6	229
120	31,0	233
180	22,8	233
240	18,3	226
360	13,4	200
540	9,9	150
720	7,9	86
1.080	5,8	-50
1.440	2,7	-419

Das erforderliche Beckenvolumen beträgt somit: $V = 235 \text{ m}^3$

Die mittlere Einstautiefe ergibt sich damit zu:

$$z = V / A = 235 \text{ m}^3 / 785 \text{ m}^2 = 0,30 \text{ m.}$$

Die Entleerungszeit beträgt:

$$t_E = 2 \cdot z / k_f = 2 \cdot 0,30 \text{ m} / 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 30.000 \text{ s} = 8,3 \text{ h} < \text{zul. } t_E = 24 \text{ h.}$$

Die ausreichende Leistungsfähigkeit des Versickerbeckens ist damit nachgewiesen.

Bemessung des Absetzbeckens:

$$A = Q \cdot \frac{3,6}{q_A} = 0,4 \cdot Q \quad (\text{mit } q_A \text{ 9 m/h nach RAS-Ew})$$

$$Q = 118,84 \text{ l/s}$$

Der Abfluss von $Q = 118,84 \text{ l/s}$ ergibt sich aus den Berechnungen der Einzugsgebiete (Anlage 2.1) für die jährliche Regenspende ($n=1$). In das Becken werden die Abflüsse aus den Regenwasserkanälen eingeleitet und gesammelt.

$$A = 118,84 \text{ l/s} \cdot 0,4 = 48 \text{ m}^2$$

Für das Absetzbecken wird eine Oberfläche von 48 m^2 , errechnet nach RAS-Ew benötigt.

Für den Überlastungsfall wird der Notüberlauf für den maximal möglichen Zufluss ($Q_{(n=0,01)}$) ausgelegt. Es wird von einem bis zum Stauziel gefüllten Becken ausgegangen. Der Betriebsauslass wird sicherheitshalber nicht berücksichtigt.

$$Q_{15,(n=0,01)} = 304,78 \text{ l/s (aus Anlage 2.1, Zeile 196; r15, 0.01)}$$

Für den Hochwasserfall wird ein ausgemuldeter Notüberlauf in das angrenzende Gelände vorgesehen. Das an den Notüberlauf angrenzende Gelände wird so profiliert, dass die Abflüsse nicht in den vorhandenen Autobahnseitengraben fließen.

Bearbeitet:
Ing.-Büro Dieter Linz GmbH & Co. KG
Wunstorf, den 26.09.2011
im Auftrag:

(gez. Dipl.-Ing. Martin Reinke)

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung

für

A 27, PWC-Anlage Krelingen

Berechnungsunterlagen

KOSTRA-Atlas „Hodenhagen“



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Hodenhagen

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 32 Zeile: 32

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,8	128,1	5,2	173,5	6,6	218,8	8,4	278,8	9,7	324,1	11,1	369,5	12,9	429,5	14,2	474,8
10,0 min	6,1	101,8	8,0	133,4	9,9	164,9	12,4	206,6	14,3	238,2	16,2	269,7	18,7	311,4	20,6	342,9
15,0 min	7,5	82,8	9,8	108,3	12,0	133,8	15,1	167,6	17,4	193,1	19,7	218,6	22,7	252,3	25,0	277,8
20,0 min	8,3	69,3	10,8	91,2	13,6	113,1	17,1	142,1	19,7	164,1	22,3	186,0	25,8	215,0	28,4	236,9
30,0 min	9,3	51,6	12,5	69,3	15,7	87,0	19,9	110,5	23,1	128,2	26,3	146,0	30,5	169,4	33,7	187,1
45,0 min	9,9	36,6	13,8	50,9	17,6	65,3	22,7	84,2	26,6	98,6	30,5	112,9	35,6	131,9	39,5	146,2
60,0 min	10,1	27,9	14,5	40,3	18,9	52,6	24,8	68,9	29,3	81,3	33,7	93,6	39,6	109,9	44,0	122,2
90,0 min	11,2	20,8	16,0	29,7	20,9	38,6	27,2	50,4	32,0	59,3	36,8	68,2	43,2	80,0	48,0	88,9
2,0 h	12,2	16,9	17,2	24,0	22,3	31,0	29,1	40,4	34,1	47,4	39,2	54,5	46,0	63,8	51,0	70,9
3,0 h	13,6	12,6	19,1	17,7	24,6	22,8	31,9	29,5	37,4	34,6	42,9	39,7	50,2	46,4	55,7	51,5
4,0 h	14,7	10,2	20,5	14,2	26,3	18,3	34,0	23,6	39,9	27,7	45,7	31,7	53,4	37,1	59,2	41,1
6,0 h	16,4	7,6	22,7	10,5	29,0	13,4	37,3	17,3	43,7	20,2	50,0	23,1	58,3	27,0	64,6	29,9
9,0 h	18,3	5,6	25,1	7,8	32,0	9,9	41,0	12,6	47,8	14,8	54,6	16,9	63,7	19,7	70,5	21,8
12,0 h	19,8	4,6	27,0	6,3	34,2	7,9	43,8	10,1	51,0	11,8	58,2	13,5	67,8	15,7	75,0	17,4
18,0 h	21,8	3,4	29,8	4,6	37,7	5,8	48,2	7,4	56,1	8,7	64,1	9,9	74,6	11,5	82,5	12,7
24,0 h	23,8	2,8	32,5	3,8	41,2	4,8	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	81,3	9,4	90,0	10,4
48,0 h	28,1	1,6	37,5	2,2	46,9	2,7	59,3	3,4	68,8	4,0	78,2	4,5	90,6	5,2	100,0	5,8
72,0 h	35,2	1,4	45,0	1,7	54,8	2,1	67,7	2,6	77,5	3,0	87,3	3,4	100,2	3,9	110,0	4,2

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])

h - Niederschlagshöhe (in [mm])

rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	9,75	14,50	27,00	32,50	37,50	45,00
100 a	25,00	44,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,

bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,

bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung

für

A 27, PWC-Anlage Krelingen

Berechnungsunterlagen

Berechnung der Oberflächenabflüsse

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
4										
5	EZG 1			1.070,00				1,91	=> vorhandener Graben	
6	Fahrbahn (bit.)			250,00	0,90	0,00	108,30	2,44		
7	Bankett			175,00	0,05	0,00	108,30	0,09		
8	Dammböschung			415,00	1,00	100,00	108,30	0,34		
9	Mulde			230,00	1,00	150,00	108,30	-0,96	≤ Summe Z. 6 - 7	
10										
11	EZG 2			141,50				1,38	=> Schacht 9	
12	Fahrbahn (bit.)			130,00	0,90	0,00	108,30	1,27		
13	3-reih. Bordrinne	23	0,50	11,50	0,90	0,00	108,30	0,11		
14										
15	EZG 3.1			980,00				9,55	=> Schacht 6	
16	Fahrbahn (bit.)			380,00	0,90	0,00	108,30	3,70		
17	Bef. Flächen			560,00	0,90	0,00	108,30	5,46		
18	3-reih. Bordrinne	80	0,50	40,00	0,90	0,00	108,30	0,39		
19										
20	EZG 3.2			175,00				1,70	=> Schacht 9	
21	Fahrbahn (bit.)	25	6,50	162,50	0,90	0,00	108,30	1,58		
22	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
23										
24	EZG 3.3			182,00				1,78	=> Schacht 9	
25	Fahrbahn (bit.)	26	6,50	169,00	0,90	0,00	108,30	1,65		
26	3-reih. Bordrinne	26	0,50	13,00	0,90	0,00	108,30	0,13		
27										
28	EZG 4.1			407,25				3,97	=> Schacht 6	
29	Fahrbahn (bit.)	15	5,65	84,75	0,90	0,00	108,30	0,83		
30	Bef. Flächen			315,00	0,90	0,00	108,30	3,07		
31	3-reih. Bordrinne	15	0,50	7,50	0,90	0,00	108,30	0,07		
32										
33	EZG 4.2			94,50				0,92	=> Schacht 9	
34	Fahrbahn (bit.)	13	6,00	78,00	0,90	0,00	108,30	0,76		
35	Bef. Flächen			10,00	0,90	0,00	108,30	0,10		
36	3-reih. Muldenrinne	13	0,50	6,50	0,90	0,00	108,30	0,06		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²] 5 = (3-2)·4	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s] 9 = 6·(8-7)·5	Bemerkung
	1	2	3	4	6	7	8	10	
37									
38	EZG 5.1			753,75				7,35 => Schacht 6	
39	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	108,30	1,38	
40	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	108,30	5,85	
41	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12	
42									
43	EZG 5.2			257,50				2,51 => Schacht 9	
44	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46	
45	Bef. Flächen			95,00	0,90	0,00	108,30	0,93	
46	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12	
47									
48	Schacht 9			850,50				8,29 => Schacht 8	
49	EZG 2			141,50				1,38	
50	EZG 3.2			175,00				1,70	
51	EZG 3.3			182,00				1,78	
52	EZG 4.2			94,50				0,92	
53	EZG 5.2			257,50				2,51	
54									
55	EZG 6.1			753,75				7,35 => Schacht 6	
56	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	108,30	1,38	
57	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	108,30	5,85	
58	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12	
59									
60	Schacht 6			2.894,75				28,22 => Schacht 5	
61	EZG 3.1			980,00				9,55	
62	EZG 4.1			407,25				3,97	
63	EZG 5.1			753,75				7,35	
64	EZG 6.1			753,75				7,35	
65									
66	EZG 6.2			275,00				2,68 => Schacht 8	
67	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46	
68	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	108,30	1,10	
69	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12	
70									

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
71	EZG 7.1			843,75				8,23	=> Schacht 5	
72	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	108,30	1,38		
73	Bef. Flächen			690,00	0,90	0,00	108,30	6,73		
74	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
75										
76	EZG 7.2			275,00				2,68	=> Schacht 8	
77	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46		
78	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	108,30	1,10		
79	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
80										
81	EZG 8.1			813,75				7,93	=> Schacht 5	
82	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	108,30	1,38		
83	Bef. Flächen			660,00	0,90	0,00	108,30	6,43		
84	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
85										
86	EZG 8.2			275,00				2,68	=> Schacht 8	
87	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46		
88	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	108,30	1,10		
89	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
90										
91	EZG 9.1			933,75				9,10	=> Schacht 5	
92	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	108,30	1,38		
93	Bef. Flächen			780,00	0,90	0,00	108,30	7,60		
94	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
95										
96	EZG 9.2			275,00				2,68	=> Schacht 8	
97	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46		
98	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	108,30	1,10		
99	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
100										
101	Schacht 8			1.950,50				19,01	=> Schacht 7	
102	EZG 6.2			275,00				2,68		
103	EZG 7.2			275,00				2,68		
104	EZG 8.2			275,00				2,68		
105	EZG 9.2			275,00				2,68		
106	Schacht 9			850,50				8,29		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
107										
108	Schacht 5			5.486,00				53,48	=> Schacht 4	
109	EZG 7.1			843,75				8,23		
110	EZG 8.1			813,75				7,93		
111	EZG 9.1			933,75				9,10		
112	Schacht 6			2.894,75				28,22		
113										
114	EZG 10			892,00				8,69	=> Schacht 7	
115	Fahrbahn (bit.)			480,00	0,90	0,00	108,30	4,68		
116	Bef. Flächen			380,00	0,90	0,00	108,30	3,70		
117	3-reih. Bordrinne			32,00	0,90	0,00	108,30	0,31		
118										
119	EZG 11			275,00				2,68	=> Schacht 7	
120	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46		
121	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	108,30	1,10		
122	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
123										
124	EZG 12			242,50				2,36	=> Schacht 7	
125	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	108,30	1,46		
126	Bef. Flächen			80,00	0,90	0,00	108,30	0,78		
127	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
128										
129	EZG 13			49,50				0,48	=> Schacht 4	
130	Fahrbahn (bit.)	9	5,15	46,35	0,90	0,00	108,30	0,45		
131	2-reih. Bordrinne	9	0,35	3,15	0,90	0,00	108,30	0,03		
132										
133	Schacht 7			3.360,00				32,74	=> Schacht 4	
134	EZG 10			892,00				8,69		
135	EZG 11			275,00				2,68		
136	EZG 12			242,50				2,36		
137	Schacht 8			1.950,50				19,01		
138										
139	Schacht 4			8.895,50				86,70	=> Schacht 1	
140	EZG 13			49,50				0,48		
141	Schacht 5			5.486,00				53,48		
142	Schacht 7			3.360,00				32,74		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
143										
144	EZG 14			225,50				2,20	=> Schacht 3	
145	Fahrbahn (bit.)	41	5,15	211,15	0,90	0,00	108,30	2,06		
146	2-reih. Bordrinne	41	0,35	14,35	0,90	0,00	108,30	0,14		
147										
148	EZG 15			187,50				1,83	=> Schacht 3	
149	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	108,30	1,22		
150	Bef. Flächen			50,00	0,90	0,00	108,30	0,49		
151	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
152										
153	EZG 16			537,50				5,24	=> Schacht 3	
154	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	108,30	1,22		
155	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	108,30	3,90		
156	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
157										
158	Schacht 3			950,50				9,27	=> Schacht 2	
159	EZG 14			225,50				2,20		
160	EZG 15			187,50				1,83		
161	EZG 16			537,50				5,24		
162										
163	EZG 17			537,50				5,24	=> Schacht 2	
164	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	108,30	1,22		
165	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	108,30	3,90		
166	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
167										
168	EZG 18			1.119,50				10,91	=> Schacht 2	
169	Fahrbahn (bit.)	49	5,00	245,00	0,90	0,00	108,30	2,39		
170	Bef. Flächen			850,00	0,90	0,00	108,30	8,28		
171	3-reih. Bordrinne	49	0,50	24,50	0,90	0,00	108,30	0,24		
172										
173	EZG 19			512,50				5,00	=> Schacht 2	
174	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	108,30	1,22		
175	Bef. Flächen			375,00	0,90	0,00	108,30	3,66		
176	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	108,30	0,12		
177										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
178	EZG 20			176,00				1,72	=> Schacht 2	
179	Fahrbahn (bit.)	32	5,00	160,00	0,90	0,00	108,30	1,56		
180	3-reih. Bordrinne	32	0,50	16,00	0,90	0,00	108,30	0,16		
181										
182	Schacht 2			3.120,00				30,42	=> Schacht 1	
183	EZG 17			537,50				5,24		
184	EZG 18			1.119,50				10,91		
185	EZG 19			512,50				5,00		
186	Schacht 3			950,50				9,27		
187										
188	Schacht 1			13.261,50				118,84	=> Pumpe	
189	EZG 20			176,00				1,72		
190	Schacht 4			8.895,50				86,7		
191	Schacht 2			3.120,00				30,42		
192										
193	Pumpe							118,84	=> Versickerbecken	
194	Schacht 1							118,84		
195										
196	Versickerbecken							118,84		
197	Schacht 1							118,84		
198										
199	EZG 21			2.225,00				3,21	=> EZG 22	
200	Fahrbahn (bit.)			350,00	0,90	0,00	108,30	3,41		
201	Bankett			355,00	0,05	0,00	108,30	0,19		
202	Unbef. Fläche			200,00	0,05	0,00	108,30	0,11		
203	Dammböschung			1.000,00	1,00	100,00	108,30	0,83		
204	Graben			320,00	1,00	150,00	108,30	-1,33	≤ Summe Z. 200 - 203	
205										
206	EZG 22			3.615,00				4,30	=> Durchlass D1	
207	Bankett			385,00	0,05	0,00	108,30	0,21		
208	Unbef. Fläche			500,00	0,05	0,00	108,30	0,27		
209	Dammböschung			2.400,00	1,00	100,00	108,30	1,99		
210	EZG 21							3,21		
211	Graben			330,00	1,00	150,00	108,30	-1,38	≤ Summe Z. 207 - 209	
212										

Zeile	Befestigung		Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²] 5 = (3-2)·4	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s] 9 = 6·(8-7)·5	Bemerkung
	1	2	3	4		6	7	8		10
213	Durchlass D1								4,30 => EZG 23	
214	EZG 22								4,30	
215										
216	EZG 23				517,00				7,24 => vorhandener Graben	
217	Fahrbahn (bit.)		61	5,50	335,50	0,90	0,00	108,30	3,27	
218	Bankett		61	1,50	91,50	0,05	0,00	108,30	0,05	
219	Durchlass D1								4,30	
220	Graben		45	2,00	90,00	1,00	150,00	108,30	-0,38 ≤ Summe Z. 217 - 219	

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
4										
5	EZG 1			1.070,00				16,81	=> vorhandener Graben	
6	Fahrbahn (bit.)			250,00	0,90	0,00	277,80	6,25		
7	Bankett			175,00	0,05	0,00	277,80	0,24		
8	Dammböschung			415,00	1,00	100,00	277,80	7,38		
9	Mulde			230,00	1,00	150,00	277,80	2,94	≤ Summe Z. 6 - 7	
10										
11	EZG 2			141,50				3,54	=> Schacht 9	
12	Fahrbahn (bit.)			130,00	0,90	0,00	277,80	3,25		
13	3-reih. Bordrinne	23	0,50	11,50	0,90	0,00	277,80	0,29		
14										
15	EZG 3.1			980,00				24,50	=> Schacht 6	
16	Fahrbahn (bit.)			380,00	0,90	0,00	277,80	9,50		
17	Bef. Flächen			560,00	0,90	0,00	277,80	14,00		
18	3-reih. Bordrinne	80	0,50	40,00	0,90	0,00	277,80	1,00		
19										
20	EZG 3.2			175,00				4,37	=> Schacht 9	
21	Fahrbahn (bit.)	25	6,50	162,50	0,90	0,00	277,80	4,06		
22	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
23										
24	EZG 3.3			182,00				4,56	=> Schacht 9	
25	Fahrbahn (bit.)	26	6,50	169,00	0,90	0,00	277,80	4,23		
26	3-reih. Bordrinne	26	0,50	13,00	0,90	0,00	277,80	0,33		
27										
28	EZG 4.1			407,25				10,19	=> Schacht 6	
29	Fahrbahn (bit.)	15	5,65	84,75	0,90	0,00	277,80	2,12		
30	Bef. Flächen			315,00	0,90	0,00	277,80	7,88		
31	3-reih. Bordrinne	15	0,50	7,50	0,90	0,00	277,80	0,19		
32										
33	EZG 4.2			94,50				2,36	=> Schacht 9	
34	Fahrbahn (bit.)	13	6,00	78,00	0,90	0,00	277,80	1,95		
35	Bef. Flächen			10,00	0,90	0,00	277,80	0,25		
36	3-reih. Muldenrinne	13	0,50	6,50	0,90	0,00	277,80	0,16		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
37										
38	EZG 5.1			753,75				18,84	=> Schacht 6	
39	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	277,80	3,53		
40	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	277,80	15,00		
41	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
42										
43	EZG 5.2			257,50				6,44	=> Schacht 9	
44	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
45	Bef. Flächen			95,00	0,90	0,00	277,80	2,38		
46	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
47										
48	Schacht 9			850,50				21,27	=> Schacht 8	
49	EZG 2			141,50				3,54		
50	EZG 3.2			175,00				4,37		
51	EZG 3.3			182,00				4,56		
52	EZG 4.2			94,50				2,36		
53	EZG 5.2			257,50				6,44		
54										
55	EZG 6.1			753,75				18,84	=> Schacht 6	
56	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	277,80	3,53		
57	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	277,80	15,00		
58	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
59										
60	Schacht 6			2.894,75				72,37	=> Schacht 5	
61	EZG 3.1			980,00				24,5		
62	EZG 4.1			407,25				10,19		
63	EZG 5.1			753,75				18,84		
64	EZG 6.1			753,75				18,84		
65										
66	EZG 6.2			275,00				6,87	=> Schacht 8	
67	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
68	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	277,80	2,81		
69	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
70										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
71	EZG 7.1			843,75				21,09	=> Schacht 5	
72	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	277,80	3,53		
73	Bef. Flächen			690,00	0,90	0,00	277,80	17,25		
74	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
75										
76	EZG 7.2			275,00				6,87	=> Schacht 8	
77	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
78	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	277,80	2,81		
79	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
80										
81	EZG 8.1			813,75				20,34	=> Schacht 5	
82	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	277,80	3,53		
83	Bef. Flächen			660,00	0,90	0,00	277,80	16,50		
84	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
85										
86	EZG 8.2			275,00				6,87	=> Schacht 8	
87	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
88	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	277,80	2,81		
89	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
90										
91	EZG 9.1			933,75				23,34	=> Schacht 5	
92	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	277,80	3,53		
93	Bef. Flächen			780,00	0,90	0,00	277,80	19,50		
94	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
95										
96	EZG 9.2			275,00				6,87	=> Schacht 8	
97	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
98	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	277,80	2,81		
99	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
100										
101	Schacht 8			1.950,50				48,75	=> Schacht 7	
102	EZG 6.2			275,00				6,87		
103	EZG 7.2			275,00				6,87		
104	EZG 8.2			275,00				6,87		
105	EZG 9.2			275,00				6,87		
106	Schacht 9			850,50				21,27		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
107										
108	Schacht 5			5.486,00				137,14	=> Schacht 4	
109	EZG 7.1			843,75				21,09		
110	EZG 8.1			813,75				20,34		
111	EZG 9.1			933,75				23,34		
112	Schacht 6			2.894,75				72,37		
113										
114	EZG 10			892,00				22,30	=> Schacht 7	
115	Fahrbahn (bit.)			480,00	0,90	0,00	277,80	12,00		
116	Bef. Flächen			380,00	0,90	0,00	277,80	9,50		
117	3-reih. Bordrinne			32,00	0,90	0,00	277,80	0,80		
118										
119	EZG 11			275,00				6,87	=> Schacht 7	
120	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
121	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	277,80	2,81		
122	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
123										
124	EZG 12			242,50				6,06	=> Schacht 7	
125	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	277,80	3,75		
126	Bef. Flächen			80,00	0,90	0,00	277,80	2,00		
127	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
128										
129	EZG 13			49,50				1,24	=> Schacht 4	
130	Fahrbahn (bit.)	9	5,15	46,35	0,90	0,00	277,80	1,16		
131	2-reih. Bordrinne	9	0,35	3,15	0,90	0,00	277,80	0,08		
132										
133	Schacht 7			3.360,00				83,98	=> Schacht 4	
134	EZG 10			892,00				22,30		
135	EZG 11			275,00				6,87		
136	EZG 12			242,50				6,06		
137	Schacht 8			1.950,50				48,75		
138										
139	Schacht 4			8.895,50				222,36	=> Schacht 1	
140	EZG 13			49,50				1,24		
141	Schacht 5			5.486,00				137,14		
142	Schacht 7			3.360,00				83,98		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
143										
144	EZG 14			225,50				5,64	=> Schacht 3	
145	Fahrbahn (bit.)	41	5,15	211,15	0,90	0,00	277,80	5,28		
146	2-reih. Bordrinne	41	0,35	14,35	0,90	0,00	277,80	0,36		
147										
148	EZG 15			187,50				4,69	=> Schacht 3	
149	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	277,80	3,13		
150	Bef. Flächen			50,00	0,90	0,00	277,80	1,25		
151	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
152										
153	EZG 16			537,50				13,44	=> Schacht 3	
154	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	277,80	3,13		
155	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	277,80	10,00		
156	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
157										
158	Schacht 3			950,50				23,77	=> Schacht 2	
159	EZG 14			225,50				5,64		
160	EZG 15			187,50				4,69		
161	EZG 16			537,50				13,44		
162										
163	EZG 17			537,50				13,44	=> Schacht 2	
164	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	277,80	3,13		
165	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	277,80	10,00		
166	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
167										
168	EZG 18			1.119,50				27,99	=> Schacht 2	
169	Fahrbahn (bit.)	49	5,00	245,00	0,90	0,00	277,80	6,13		
170	Bef. Flächen			850,00	0,90	0,00	277,80	21,25		
171	3-reih. Bordrinne	49	0,50	24,50	0,90	0,00	277,80	0,61		
172										
173	EZG 19			512,50				12,82	=> Schacht 2	
174	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	277,80	3,13		
175	Bef. Flächen			375,00	0,90	0,00	277,80	9,38		
176	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	277,80	0,31		
177										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
178	EZG 20			176,00				4,40	=> Schacht 2	
179	Fahrbahn (bit.)	32	5,00	160,00	0,90	0,00	277,80	4,00		
180	3-reih. Bordrinne	32	0,50	16,00	0,90	0,00	277,80	0,40		
181										
182	Schacht 2			3.120,00				78,02	=> Schacht 1	
183	EZG 17			537,50				13,44		
184	EZG 18			1.119,50				27,99		
185	EZG 19			512,50				12,82		
186	Schacht 3			950,50				23,77		
187										
188	Schacht 1			13.261,50				304,78	=> Pumpe	
189	EZG 20			176,00				4,40		
190	Schacht 4			8.895,50				222,36		
191	Schacht 2			3.120,00				78,02		
192										
193	Pumpe							304,78	=> Versickerbecken	
194	Schacht 1							304,78		
195										
196	Versickerbecken							304,78		
197	Schacht 1							304,78		
198										
199	EZG 21			2.225,00				31,39	=> EZG 22	
200	Fahrbahn (bit.)			350,00	0,90	0,00	277,80	8,75		
201	Bankett			355,00	0,05	0,00	277,80	0,49		
202	Unbef. Fläche			200,00	0,05	0,00	277,80	0,28		
203	Dammböschung			1.000,00	1,00	100,00	277,80	17,78		
204	Graben			320,00	1,00	150,00	277,80	4,09	≤ Summe Z. 200 - 203	
205										
206	EZG 22			3.615,00				79,50	=> Durchlass D1	
207	Bankett			385,00	0,05	0,00	277,80	0,53		
208	Unbef. Fläche			500,00	0,05	0,00	277,80	0,69		
209	Dammböschung			2.400,00	1,00	100,00	277,80	42,67		
210	EZG 21							31,39		
211	Graben			330,00	1,00	150,00	277,80	4,22	≤ Summe Z. 207 - 209	
212										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²] 5 = (3-2)·4	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s] 9 = 6·(8-7)·5	Bemerkung
	1	2	3	4	6	7	8	10	
213	Durchlass D1							79,50 => EZG 23	
214	EZG 22							79,50	
215									
216	EZG 23			517,00				89,17 => vorhandener Graben	
217	Fahrbahn (bit.)		61	5,50	335,50	0,90	0,00	277,80	8,39
218	Bankett		61	1,50	91,50	0,05	0,00	277,80	0,13
219	Durchlass D1							79,50	
220	Graben		45	2,00	90,00	1,00	150,00	277,80	1,15 ≤ Summe Z. 217 - 219

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
4										
5	EZG 1			1.070,00				0,00	=> vorhandener Graben	
6	Fahrbahn (bit.)			250,00	0,90	0,00	15,00	0,34		
7	Bankett			175,00	0,05	0,00	15,00	0,01		
8	Dammböschung			415,00	1,00	100,00	15,00	-3,53		
9	Mulde			230,00	1,00	150,00	15,00	3,18	≤ Summe Z. 6 - 7	
10										
11	EZG 2			141,50				0,20	=> Schacht 9	
12	Fahrbahn (bit.)			130,00	0,90	0,00	15,00	0,18		
13	3-reih. Bordrinne	23	0,50	11,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
14										
15	EZG 3.1			980,00				1,32	=> Schacht 6	
16	Fahrbahn (bit.)			380,00	0,90	0,00	15,00	0,51		
17	Bef. Flächen			560,00	0,90	0,00	15,00	0,76		
18	3-reih. Bordrinne	80	0,50	40,00	0,90	0,00	15,00	0,05		
19										
20	EZG 3.2			175,00				0,24	=> Schacht 9	
21	Fahrbahn (bit.)	25	6,50	162,50	0,90	0,00	15,00	0,22		
22	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
23										
24	EZG 3.3			182,00				0,25	=> Schacht 9	
25	Fahrbahn (bit.)	26	6,50	169,00	0,90	0,00	15,00	0,23		
26	3-reih. Bordrinne	26	0,50	13,00	0,90	0,00	15,00	0,02		
27										
28	EZG 4.1			407,25				0,55	=> Schacht 6	
29	Fahrbahn (bit.)	15	5,65	84,75	0,90	0,00	15,00	0,11		
30	Bef. Flächen			315,00	0,90	0,00	15,00	0,43		
31	3-reih. Bordrinne	15	0,50	7,50	0,90	0,00	15,00	0,01		
32										
33	EZG 4.2			94,50				0,13	=> Schacht 9	
34	Fahrbahn (bit.)	13	6,00	78,00	0,90	0,00	15,00	0,11		
35	Bef. Flächen			10,00	0,90	0,00	15,00	0,01		
36	3-reih. Muldenrinne	13	0,50	6,50	0,90	0,00	15,00	0,01		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
37										
38	EZG 5.1			753,75				1,02	=> Schacht 6	
39	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	15,00	0,19		
40	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	15,00	0,81		
41	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
42										
43	EZG 5.2			257,50				0,35	=> Schacht 9	
44	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
45	Bef. Flächen			95,00	0,90	0,00	15,00	0,13		
46	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
47										
48	Schacht 9			850,50				1,17	=> Schacht 8	
49	EZG 2			141,50				0,20		
50	EZG 3.2			175,00				0,24		
51	EZG 3.3			182,00				0,25		
52	EZG 4.2			94,50				0,13		
53	EZG 5.2			257,50				0,35		
54										
55	EZG 6.1			753,75				1,02	=> Schacht 6	
56	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	15,00	0,19		
57	Bef. Flächen			600,00	0,90	0,00	15,00	0,81		
58	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
59										
60	Schacht 6			2.894,75				3,91	=> Schacht 5	
61	EZG 3.1			980,00				1,32		
62	EZG 4.1			407,25				0,55		
63	EZG 5.1			753,75				1,02		
64	EZG 6.1			753,75				1,02		
65										
66	EZG 6.2			275,00				0,37	=> Schacht 8	
67	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
68	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	15,00	0,15		
69	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
70										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
71	EZG 7.1			843,75					1,14 => Schacht 5	
72	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	15,00	0,19		
73	Bef. Flächen			690,00	0,90	0,00	15,00	0,93		
74	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
75										
76	EZG 7.2			275,00					0,37 => Schacht 8	
77	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
78	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	15,00	0,15		
79	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
80										
81	EZG 8.1			813,75					1,10 => Schacht 5	
82	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	15,00	0,19		
83	Bef. Flächen			660,00	0,90	0,00	15,00	0,89		
84	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
85										
86	EZG 8.2			275,00					0,37 => Schacht 8	
87	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
88	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	15,00	0,15		
89	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
90										
91	EZG 9.1			933,75					1,26 => Schacht 5	
92	Fahrbahn (bit.)	25	5,65	141,25	0,90	0,00	15,00	0,19		
93	Bef. Flächen			780,00	0,90	0,00	15,00	1,05		
94	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
95										
96	EZG 9.2			275,00					0,37 => Schacht 8	
97	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
98	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	15,00	0,15		
99	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
100										
101	Schacht 8			1.950,50					2,65 => Schacht 7	
102	EZG 6.2			275,00				0,37		
103	EZG 7.2			275,00				0,37		
104	EZG 8.2			275,00				0,37		
105	EZG 9.2			275,00				0,37		
106	Schacht 9			850,50				1,17		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
107										
108	Schacht 5			5.486,00				7,41	=> Schacht 4	
109	EZG 7.1			843,75				1,14		
110	EZG 8.1			813,75				1,10		
111	EZG 9.1			933,75				1,26		
112	Schacht 6			2.894,75				3,91		
113										
114	EZG 10			892,00				1,20	=> Schacht 7	
115	Fahrbahn (bit.)			480,00	0,90	0,00	15,00	0,65		
116	Bef. Flächen			380,00	0,90	0,00	15,00	0,51		
117	3-reih. Bordrinne			32,00	0,90	0,00	15,00	0,04		
118										
119	EZG 11			275,00				0,37	=> Schacht 7	
120	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
121	Bef. Flächen	25	4,50	112,50	0,90	0,00	15,00	0,15		
122	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
123										
124	EZG 12			242,50				0,33	=> Schacht 7	
125	Fahrbahn (bit.)	25	6,00	150,00	0,90	0,00	15,00	0,20		
126	Bef. Flächen			80,00	0,90	0,00	15,00	0,11		
127	3-reih. Muldenrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
128										
129	EZG 13			49,50				0,06	=> Schacht 4	
130	Fahrbahn (bit.)	9	5,15	46,35	0,90	0,00	15,00	0,06		
131	2-reih. Bordrinne	9	0,35	3,15	0,90	0,00	15,00	0,00		
132										
133	Schacht 7			3.360,00				4,55	=> Schacht 4	
134	EZG 10			892,00				1,20		
135	EZG 11			275,00				0,37		
136	EZG 12			242,50				0,33		
137	Schacht 8			1.950,50				2,65		
138										
139	Schacht 4			8.895,50				12,02	=> Schacht 1	
140	EZG 13			49,50				0,06		
141	Schacht 5			5.486,00				7,41		
142	Schacht 7			3.360,00				4,55		

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
143										
144	EZG 14			225,50				0,31	=> Schacht 3	
145	Fahrbahn (bit.)	41	5,15	211,15	0,90	0,00	15,00	0,29		
146	2-reih. Bordrinne	41	0,35	14,35	0,90	0,00	15,00	0,02		
147										
148	EZG 15			187,50				0,26	=> Schacht 3	
149	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	15,00	0,17		
150	Bef. Flächen			50,00	0,90	0,00	15,00	0,07		
151	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
152										
153	EZG 16			537,50				0,73	=> Schacht 3	
154	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	15,00	0,17		
155	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	15,00	0,54		
156	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
157										
158	Schacht 3			950,50				1,30	=> Schacht 2	
159	EZG 14			225,50				0,31		
160	EZG 15			187,50				0,26		
161	EZG 16			537,50				0,73		
162										
163	EZG 17			537,50				0,73	=> Schacht 2	
164	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	15,00	0,17		
165	Bef. Flächen	25	16,00	400,00	0,90	0,00	15,00	0,54		
166	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
167										
168	EZG 18			1.119,50				1,51	=> Schacht 2	
169	Fahrbahn (bit.)	49	5,00	245,00	0,90	0,00	15,00	0,33		
170	Bef. Flächen			850,00	0,90	0,00	15,00	1,15		
171	3-reih. Bordrinne	49	0,50	24,50	0,90	0,00	15,00	0,03		
172										
173	EZG 19			512,50				0,70	=> Schacht 2	
174	Fahrbahn (bit.)	25	5,00	125,00	0,90	0,00	15,00	0,17		
175	Bef. Flächen			375,00	0,90	0,00	15,00	0,51		
176	3-reih. Bordrinne	25	0,50	12,50	0,90	0,00	15,00	0,02		
177										

Zeile	Befestigung	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickertrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s]	Bemerkung	
	1	2	3	4	5 = (3-2)·4	6	7	8	9 = 6·(8-7)·5	10
178	EZG 20			176,00				0,24	=> Schacht 2	
179	Fahrbahn (bit.)	32	5,00	160,00	0,90	0,00	15,00	0,22		
180	3-reih. Bordrinne	32	0,50	16,00	0,90	0,00	15,00	0,02		
181										
182	Schacht 2			3.120,00				4,24	=> Schacht 1	
183	EZG 17			537,50				0,73		
184	EZG 18			1.119,50				1,51		
185	EZG 19			512,50				0,70		
186	Schacht 3			950,50				1,30		
187										
188	Schacht 1			13.261,50				16,50	=> Pumpe	
189	EZG 20			176,00				0,24		
190	Schacht 4			8.895,50				12,02		
191	Schacht 2			3.120,00				4,24		
192										
193	Pumpe							16,50	=> Versickerbecken	
194	Schacht 1							16,50		
195										
196	Versickerbecken							16,50		
197	Schacht 1							16,50		
198										
199	EZG 21			2.225,00				0,00	=> EZG 22	
200	Fahrbahn (bit.)			350,00	0,90	0,00	15,00	0,47		
201	Bankett			355,00	0,05	0,00	15,00	0,03		
202	Unbef. Fläche			200,00	0,05	0,00	15,00	0,02		
203	Dammböschung			1.000,00	1,00	100,00	15,00	-8,50		
204	Graben			320,00	1,00	150,00	15,00	7,98	\leq Summe Z. 200 - 203	
205										
206	EZG 22			3.615,00				0,00	=> Durchlass D1	
207	Bankett			385,00	0,05	0,00	15,00	0,03		
208	Unbef. Fläche			500,00	0,05	0,00	15,00	0,04		
209	Dammböschung			2.400,00	1,00	100,00	15,00	-20,40		
210	EZG 21							0,00		
211	Graben			330,00	1,00	150,00	15,00	20,33	\leq Summe Z. 207 - 209	
212										

Zeile	Befestigung		Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²] 5 = (3-2)·4	Abflussbeiwert Ψ [-]	Versickerrate [l/(s·ha)]	r_{15} [l/(s·ha)]	Abfluss [l/s] 9 = 6·(8-7)·5	Bemerkung
	1	2	3	4		6	7	8		10
213	Durchlass D1								0,00 => EZG 23	
214	EZG 22								0,00	
215										
216	EZG 23				517,00				0,00 => vorhandener Graben	
217	Fahrbahn (bit.)		61	5,50	335,50	0,90	0,00	15,00	0,45	
218	Bankett		61	1,50	91,50	0,05	0,00	15,00	0,01	
219	Durchlass D1								0,00	
220	Graben		45	2,00	90,00	1,00	150,00	15,00	-0,46 ≤ Summe Z. 217 - 219	

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung

Für

A 27, PWC-Anlage Krelingen

Berechnungsunterlagen

Rohrleitungen (REHM)

Berechnung nach dem Zeitbeiwertverfahren

Berechnungsparameter

Kanalsystem:		Mischwasser
KOSTRA-Niederschlag (hyperbolisch):	<u>hN(T=1)</u>	<u>hN(T=100)</u>
für Dauerstufe 15 min:	9,8 mm	25,0 mm
für Dauerstufe 60 min:	14,5 mm	44,0 mm
Kürzeste Regendauer:		15 Minuten
Berechnung erfolgt		mit Staulinie
Eintrittsverlust-Beiwert Lambda(e):		0,00

Verwendete Profilformen

0 Kreisprofil

Bemerkungen

v* = schießender Abfluss

L = Lufteintrag

X.XX = Wasserspiegel liegt um X.XX m über Scheitel

Projekt: A 27 - PWC-Anlage Krelingen**Hydraulische Berechnung (mit KOSTRA-Regen)**

Blatt 1 A

Haltung	Straßen- bezeichnung	Von Schacht	Bis Schacht	Sohl- höhe oben	Sohl- höhe unten	Halt- ungs- länge	Sohl- gefälle	Profil- Nenn- weite	kb- Wert	Einzugs- gebiet	Konst. Regen- wasser zufluss l/s	Regen- wasser Summe l/s	vvoll m/s	Qvoll l/s	Regen- wetter v m/s	Regen- wetter h m	Wsp.- höhe oben m+NN	Bel. grd. %	Bem- kung
Nr.		Nr.	Nr.	m+NN	m+NN	m	0/00	DN	mm	Nr.	l/s	l/s	m/s	l/s	m/s	m	m+NN	%	
H03-02	PWC-Anlage	RW 3	RW 2	36,98	36,72	85,00	3,06	300	1,50	14-17	9,27	9,27	0,76	54,0	0,50	0,09	37,07	17	
H02-01	PWC-Anlage	RW 2	RW 1	36,72	36,27	82,00	5,49	300	1,50	18-20	21,15	30,42	1,02	72,4	0,95	0,14	36,86	42	
H06-05	PWC-Anlage	RW 6	RW 5	37,24	36,79	90,00	5,00	300	1,50	3.1-6.	28,22	28,22	0,98	69,1	0,91	0,14	37,38	41	
H05-04	PWC-Anlage	RW 5	RW 4	36,79	36,34	90,00	5,00	300	1,50	7.1-9.	25,26	53,48	0,98	69,1	1,04	0,21	37,00	77	
H09-08	PWC-Anlage	RW 9	RW 8	37,32	36,87	90,00	5,00	300	1,50	2-5.2	8,29	8,29	0,98	69,1	0,67	0,07	37,39	12	v*
H08-07	PWC-Anlage	RW 8	RW 7	36,87	36,42	90,00	5,00	300	1,50	6.2-9.	10,72	19,01	0,98	69,1	0,81	0,11	36,98	28	
H07-04	PWC-Anlage	RW 7	RW 4	36,42	36,34	30,00	2,67	300	1,50	10-12	13,73	32,74	0,71	50,3	0,54	0,24	36,66	65	
H04-01	PWC-Anlage	RW 4	RW 1	36,34	36,27	22,00	3,18	400	1,50	13	0,48	86,70	0,94	118,1	0,98	0,26	36,60	73	
H01-AL	PWC-Anlage	RW 1	Pumpe	36,27	36,20	18,00	3,89	500	1,50		0,00	117,12	1,20	235,8	1,19	0,25	36,52	50	

Deckblatt ersetzt Unterlage 13.2 vom 26.09.2011

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung

für

A 27, PWC-Anlage Krelingen

Berechnungsunterlagen

Berechnungsunterlagen	0
13.2 Berechnungsunterlagen	2
13.2.1 Berechnungsgrundlagen	2
13.2.1.1 Regenspende.....	2
13.2.1.2 Regenhäufigkeit	2
13.2.1.3 Spitzenabflussbeiwerte (Ψ_s)	2
13.2.1.4 Spezifische Versickerraten	3
13.2.1.5 Konstruktive Festlegungen	3
13.2.2 Berechnungsverfahren	3
13.2.2.1 Regenabfluss Q	3
13.2.2.2 Rohrleitungen.....	3
13.2.2.3 Durchlässe	4
13.2.2.4 Offene Gerinne.....	4
13.2.2.5 Versickerbecken.....	5
13.2.3 Berechnungen	5
13.2.3.1 Rohrleitungen.....	5
13.2.3.2 Durchlässe	6
13.2.3.3 Offene Gerinne.....	6
13.2.3.4 Versickerbecken.....	7

13.2 Berechnungsunterlagen

13.2.1 Berechnungsgrundlagen

Grundlage der Planung und Berechnung der Entwässerungsanlagen sind die "Richtlinien für die Anlagen von Straßen - Teil Entwässerung" (RAS-Ew 05) und die folgenden Arbeitsblätter des DWA-Regelwerkes (DWA = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.):

Arbeitsblatt A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen
Ausgabe 2006 (A 110)

Arbeitsblatt A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen
Ausgabe 2006 (A 117)

Arbeitsblatt A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
Ausgabe 2006 (A 118)

13.2.1.1 Regenspende

Die Regenspende wird gemäß neusten Erkenntnissen aus dem KOSTRA-Katalog ermittelt. Es handelt sich hierbei jeweils um die Mittelwerte für den Raum Hodenhagen, Rasterfeld Spalte 32, Zeile 32, (siehe Anlage 1).

Regenspende $r_{15,(n=1)} = 108,3 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$.

13.2.1.2 Regenhäufigkeit

Die Häufigkeit des Bemessungsregens wird nach RAS-Ew 05 wie folgt in der Berechnung angesetzt:

	Häufigkeit n [1/a]	Wiederkehrzeit T [a]
Rohrleitungen	1,0	1
Durchlässe	1,0	1
offene Gerinne	1,0	1
Versickerbecken	0,1	10

13.2.1.3 Spitzenabflussbeiwerte (Ψ_s)

Es werden folgende Spitzenabflußbeiwerte gewählt:

Abfluss von Fahrbahnflächen (bituminös befestigt) $\Psi_s = 0,90$
Abfluss von anderen befestigten Flächen $\Psi_s = 0,90$
Abfluss von Banketten und unbefestigten Flächen $\Psi_s = 0,05$

13.2.1.4 Spezifische Versickerraten

Für bewachsene Flächen im Straßenraum werden nach RAS-Ew 05 folgende spezifische Versickerraten angesetzt:

Bankette, Böschungen Einschnitt	sV = 100 l/(s·ha)
Mulden, Gräben, Versickerbereiche	sV = 150 l/(s·ha)
Böschungen Dammbereich	sV = 100 l/(s·ha)

Sich rechnerisch ergebende Negativ-Abflüsse werden zu Null gesetzt.

13.2.1.5 Konstruktive Festlegungen

Mulden: b = 2,00 m
 h < 0,30 m

Gräben: Sohlbreite b ≥ 0,50 m
 Grabentiefe t ≥ 0,50 m
 Böschungsneigung n = 1:1,5

Regenwasserkanäle Mindestquerschnitt gem. RAS-Ew DN 300
 Betriebsrauigkeit $k_b = 1,5$ mm
 Hydraulische Auslastung < 90 %

13.2.2 Berechnungsverfahren

13.2.2.1 Regenabfluss Q

Die Berechnung des Regenabflusses Q erfolgt mit dem Zeitbeiwertverfahren

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{E_i} \cdot \Psi_{S_i}$$

Q	[l/s]	= Oberflächenabfluss
$r_{D,n}$	[l/(s·ha)]	= Regenspende der Dauer D und der Häufigkeit n
$A_{E,i}$	[ha]	= Größe der jeweiligen Entwässerungsfläche
$\Psi_{S,i}$	[-]	= Zu $A_{E,i}$ gehörender Spitzenabflussbeiwert

13.2.2.2 Rohrleitungen

Die Bemessung der Rohrleitungen (Regenwasserkanalisation) erfolgt nach PRANTL-COLEBROOK.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left[-2 \cdot \lg \left(\frac{2,51 \cdot v}{d \sqrt{2g \cdot I_E \cdot d}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right) \right] \cdot \sqrt{2g \cdot I_r \cdot d} \cdot +$$

Q	[m ³ /s]	= Durchfluss
d	[m]	= Innendurchmesser des Rohres

- I_E [m/m] = Energiegefälle
 g [m/s²] = Fallbeschleunigung
 ν [m²/s] = kinematische Viskosität
 k_b [mm] = betriebliche Rauigkeit

Die betriebliche Rauigkeit für Betonrohre wird mit $k_b = 1,5$ mm angesetzt. Die Berechnung erfolgt mit dem Programm REHM / HYKAS.

13.2.2.3 Durchlässe

Nach RAS-Ew wird ein eingestauter Rohrdurchlass bei Ansatz des Wandreibungsverlustes nach MANNING-STRICKLER einschließlich aller sonstigen Einzelverluste mit folgender Formel bemessen:

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta h}{\frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d^4} \cdot \left(1,5 + \frac{2 \cdot g \cdot l}{k_{St}^2 \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^3} \right)}}$$

Es bedeuten:

- Q [m³/s] = Durchfluss
 Δh [m] = Spiegeldifferenz Oberwasser / Unterwasser einschl. zul. Aufstau
 $= z + I \cdot l$
 g [m/s²] = Fallbeschleunigung (= 9,81 m/s²)
 d [m] = Innendurchmesser
 l [m] = Bauwerkslänge
 k_{St} [m^{1/3}/s] = Rauigkeitsbeiwert (= 65 m^{1/3}/s)
 z [m] = Aufstau
 I [m/m] = Gefälle des Rohrdurchlasses

Rohrdurchlässe, die mit Abflüssen ≤ 70 l/s belastet sind, werden hydraulisch nicht nachgewiesen, da ein Durchlass DN 400 mit $L=20$ m und $\Delta h = 0,06$ m (= 5 cm Aufstau + 1 cm Gefälle) immer noch rd. 70 l/s abführen kann.

13.2.2.4 Offene Gerinne

Zur Bemessung offener Gerinne wird die Kontinuitätsbedingung in Verbindung mit der Formel von MANNING-STRICKLER verwendet.

$$Q = A \cdot k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_E^{1/2}$$

- Q [m³/s] = Durchfluss
 A [m²] = Durchflossener Querschnitt
 v [m/s] = Mittlere Fließgeschwindigkeit
 k_{St} [m^{1/3}/s] = Rauheitsbeiwert, der von der Beschaffenheit der Gerinnewandung abhängt
 r_{hy} [m] = Hydraulischer Radius (A/I_u)
 I_E [m/m] = Energiegefälle (bei gleichförmigem Abfluss = Sohlgefälle).

Als Rauheitsbeiwert wird $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt.

13.2.2.5 Versickerbecken

Die Bemessung der Versickerbecken erfolgt nach dem einfachen Verfahren gemäß ATV-Arbeitsblatt ATV A 138.

$$V = [A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(n)} - Q_s] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

V	[m ³]	= Speichervolumen
A _u	[ha]	= undurchlässige Fläche
A _s	[m ²]	= Versickerungsfläche
r _{D(n)}	[l/(s·ha)]	= maßgebende Regenspende
n	[1/a]	= Häufigkeit des Bemessungsregens
D	[min]	= Dauer des Bemessungsregens
Q _s	[m ³ /s]	= Versickerungsrate = A _s · k _{f,u}
f _z	[-]	= Zuschlagfaktor gem. A 117

Bei vorgegebener Wiederkehrhäufigkeit der Regenereignisse wird iterativ die Regendauer berechnet, welche das größte Speichervolumen erfordert.

13.2.3 Berechnungen

Die Oberflächenabflüsse der Einzugsgebiete (EZG) wurden unter Berücksichtigung der spezifischen Versickerraten von bewachsenen Flächen im Straßenraum nach RAS-Ew für die verschiedenen Regenspenden tabellarisch ermittelt. Die Ergebnisse sind in Anlage 2 zusammengestellt und dienen als Grundlage für die folgenden Nachweise.

13.2.3.1 Rohrleitungen

13.2.3.1.1 Rohrleitung Schacht RW 9 bis RW 4

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 2 bis 12 und leitet über die Schächte RW 4 und RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 65 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.2 Rohrleitung Schacht RW 6 bis RW 1

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 3.1 bis 13 und leitet über den Schacht RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein. Eine zweite Pumpe ist als Ersatzpumpe mit eingeplant.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 73 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.3 Rohrleitung Schacht RW 3 bis RW 1

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den EZG 14 bis 20 und leitet über den Schacht RW 1 und eine Anschlussleitung, sowie die Pumpe in das Versickerbecken ein. Eine zweite Pumpe ist als Ersatzpumpe mit eingeplant.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 42 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.1.4 Rohrleitung Schacht RW 1 bis Pumpe

Der Regenwasserkanal, sammelt das Wasser aus den Schächten RW 1 bis RW 9 und leitet über die Pumpe in das Versickerbecken ein.

Die Berechnung ist als Anlage 3.1 beigefügt. Der Belastungsgrad beträgt maximal 50 %. Der Kanal ist ausreichend dimensioniert.

13.2.3.2 Durchlässe

Für den Durchlass in km 302+305 im Bereich des Einfädungsstreifens ist kein Nachweis erforderlich, da der Durchfluss ≤ 70 l/s ist. Der Minstdurchmesser für diesen Durchlass wurde gewählt.

13.2.3.3 Offene Gerinne

Vorhandene Mulden und Gräben, deren Einzugsgebiete im Wesentlichen unverändert bleiben, werden im Folgenden zwar aufgeführt, jedoch nicht neu bemessen. Das gilt auch für vorhandene Mulden und Gräben, die abschnittsweise in geringfügig veränderter Lage entsprechend des vorhandenen Querschnittes neu hergestellt werden.

Für Mulden mit 2,00 m Breite und 0,30 m Tiefe beträgt die Leistungsfähigkeit bei 0,1 % Längsgefälle 86 l/s. Für Mulden, deren Belastung unter diesem Wert liegt, wird deshalb auf einen Nachweis der Leistungsfähigkeit verzichtet.

Bei Gräben mit einer Sohlbreite von 50 cm, einer Grabentiefe von 50 cm und einer Böschungsneigung von 1:1,5 beträgt die Leistungsfähigkeit bei 0,1 % Längsgefälle 166 l/s. Für Gräben, deren Belastung unter diesem Wert liegt, wird ebenfalls auf einen Nachweis der Leistungsfähigkeit verzichtet.

13.2.3.3.1 Graben Bau-km 1+515 bis 1+860

Der Graben wird in seiner Lage angepasst und zum Teil neu hergestellt. Da die Belastung kleiner 166 l/s ist, ist ein Nachweis nicht erforderlich.

13.2.3.3.2 Graben Bau-km 301+150 bis 301+220

Der Graben wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 166 l/s, ein Nachweis ist nicht erforderlich.

13.2.3.3.3 Graben Bau-km 302+305 bis 302+350

Der Graben wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 166 l/s, ein Nachweis ist nicht erforderlich.

13.2.3.3.4 Mulde Bau-km 301+220 bis 301+315

Die Mulde wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 86 l/s, ein Nachweis ist nicht erforderlich.

13.2.3.3.5 Mulde Bau-km 302+000 bis 302+300

Die Mulde wird neu hergestellt und hat eine Belastung kleiner 86 l/s, ein Nachweis ist nicht erforderlich.

13.2.3.4 Versickerbecken

13.2.3.4.1 Versickerbecken

Gemäß dem ingenieurgeologischen Streckengutachten steht an diesem Standort nach Abtrag des Oberbodens Mittelsand an. Beim Aushub des RRB ist zu gewährleisten, dass die Beckensohle den Horizont des Mittelsandes erreicht. Bei Bedarf sind zu diesem Zweck geeignete Maßnahmen durchzuführen, z.B. Bodenaustausch.

Gemäß der ingenieurgeologischen Beurteilung des Baugrundes ist für den anstehenden Mittelsand ein Durchlässigkeitskoeffizient von $k_f = 8,5 \cdot 10^{-6}$ m/s anzusetzen.

Vereinfachend wird der Durchlässigkeitsbeiwert eines Bodens im ungesättigten Zustand wie folgt angenommen (A 138):

$$k_{f,u} = k_f / 2 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} / 2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Hydraulische Bemessung:

Als für die Berechnung maßgebende „undurchlässige“ Fläche A_u im Sinne des A 117 wird nach RAS-Ew vereinfacht die reduzierte Fläche A_{red} angesetzt.

$$A_{red} = Q_{(n=1)} / r_{15,(n=1)}$$

$$A_{red} = 118,84 \text{ l/s (aus Anlage 2.1, Zeile 196)} / 108,3 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} = 1,097 \text{ ha}$$

Als Versickerungsfläche wird vereinfachend nur die Beckensohle $A_S = 650 \text{ m}^2$ berücksichtigt. Die zusätzliche Versickerleistung der Böschungsflächen wird rechnerisch nicht angesetzt. Als Zuschlagsfaktor wird $f_z = 1,2$ gewählt.

Als Versickerungsrate ergibt sich damit:

$$Q_S = A_S \cdot k_{f,u} = 650 \text{ m}^2 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

Das erforderliche Speichervolumen ergibt sich also zu:

$$V = (1,097 \text{ ha} \cdot 10^{-3} \cdot r_{D,(n)} - 0,007) \cdot D \cdot 60 \cdot 1,2$$

Das Versickerbecken wird für die Häufigkeit $n = 0,1/a$ dimensioniert. Für schrittweise Berechnung des erforderlichen Speichervolumens sind die entsprechenden Regenspenden heranzuziehen:

Dauerstufe D [min]	zugehörige Regenspende $r_{D(0.1)}$ [l/(s·ha)]	erforderliches Speichervolumen V [m ³]
5	324,1	125
10	238,2	183
15	193,1	221
20	164,1	249
30	128,2	289
45	98,6	328
60	81,3	355
90	59,3	376
120	47,4	389
180	34,6	401
240	27,7	404
360	20,2	393
540	14,8	359
720	11,8	308
1.080	8,7	198

Das erforderliche Beckenvolumen beträgt somit: $V = 404 \text{ m}^3$

Die mittlere Einstautiefe ergibt sich damit zu:

$$z = V / A = 404 \text{ m}^3 / 785 \text{ m}^2 = 0,51 \text{ m.}$$

Für die Beckendimensionierung wird eine Einstautiefe von 0,55 m angesetzt.

Die Entleerungszeit beträgt:

$$t_E = 2 \cdot z / k_f = 2 \cdot 0,51 \text{ m} / 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 51.000 \text{ s} = 14,2 \text{ h} < \text{zul. } t_E = 24 \text{ h.}$$

Die ausreichende Leistungsfähigkeit des Versickerbeckens ist damit nachgewiesen.

Bemessung des Absetzbeckens:

$$A = Q \cdot \frac{3,6}{q_A} = 0,4 \cdot Q \quad (\text{mit } q_A \text{ 9 m/h nach RAS-Ew})$$

$$Q = 211,94 \text{ l/s}$$

Der Abfluss von $Q = 211,94 \text{ l/s}$ ergibt sich aus den Berechnungen der Einzugsgebiete (Anlage 2.1) für die 10-jährliche Regenspende ($n=0.1$). In das Becken werden die Abflüsse aus den Regenwasserkanälen eingeleitet und gesammelt.

$$A = 211,94 \text{ l/s} \cdot 0,4 = 84,78 \text{ m}^2$$

Für das Absetzbecken wird eine Oberfläche von 85 m^2 , errechnet nach RAS-Ew benötigt.

Für den Überlastungsfall wird der Notüberlauf für den maximal möglichen Zufluss ($Q_{(n=0,01)}$) ausgelegt. Es wird von einem bis zum Stauziel gefüllten Becken ausgegangen. Der Betriebsauslass wird sicherheitshalber nicht berücksichtigt.

$$Q_{15,(n=0,01)} = 304,78 \text{ l/s (aus Anlage 2.1, Zeile 196; r15, 0.01)}$$

Für den Hochwasserfall wird ein ausgemuldeter Notüberlauf in das angrenzende Gelände vorgesehen. Das an den Notüberlauf angrenzende Gelände wird so profiliert, dass die Abflüsse nicht in den vorhandenen Autobahnseitengraben fließen.

Nachweis der Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand

$$Q = 211,94 \text{ l/s}$$

$$A = 1,75 \text{ m} \cdot 6,00 \text{ m} = 10,5 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,21194}{10,5}$$

$$v = 0,0202 \text{ m/s} \leq v_{\text{zul}} = 0,05 \text{ m/s}$$

Die geometrischen Abmessungen erfüllen damit die Anforderungen nach den „Technischen Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ und ATV-A 166.

Nachweis des vorhandenen Ölauffangraumes

$$V_{\text{Auffangraum,erf}} \geq 20 \text{ m}^3$$

$$A = 85 \text{ m}^2$$

$$t = t_{\text{Tauchwand}} - 0,05 \text{ m} = 0,30 \text{ m} - 0,05 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

$$V_{\text{Auffangraum}} = A \cdot t$$

$$V_{\text{Auffangraum}} = 85 \text{ m}^2 \cdot 0,25 \text{ m} = 21,25 \text{ m}^3 > V_{\text{Auffangraum,erf}} = 20 \text{ m}^3$$

Koordinaten des Mittelpunktes Versickerbecken

Rechtswert: 3543993

Hochwert: 5851814

Bearbeitet:
Ing.-Büro Dieter Linz GmbH & Co. KG
Wunstorf, den 03.12.2012
im Auftrag:

(gez. Dipl.-Ing. Martin Reinke)