

Neubau* der Bundesautobahn* **B 404**
 Ausbau* Bundesstraße*

von Bau-km 78+542,000 bis Bau-km 82+589,000 Straßenbauverwaltung:
 von Netzknoten: 2228001 Land Schleswig Holstein
 bis Netzknoten: 2228040 Landesbetrieb Straßenbau und
 Nächster Ort: Trittau Verkehr Schleswig-Holstein
 Niederlassung Lübeck
 Baulänge: 4,047 km
 Länge der Anschlüsse: _____

Planfeststellung

~~für eine Bundesfernstraßenmaßnahme*~~
~~für ein Bauwerk*~~
~~für einen Nebenbetrieb / eine Nebenanlage*~~
~~für eine Maßnahme zur Lärmsanierung*~~
~~für eine Betriebseinrichtung*~~

B 404 / Bau von Überholfahrstreifen zw. A 1 und A 24 (2. BA)

zwischen AS Lütjensee/Schönberg (L 92) und AS Lütjensee /Grönwohld (K 31)

- Berechnungsergebnisse - zur wassertechnischen Untersuchung

<p>Aufgestellt: Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Niederlassung Lübeck</p> <p>..... gez. Lüth Lübeck, den 19.12.2014</p> <p>Planfeststellungsunterlage vom 19.12.2014</p>	
<p>Bearbeitet: Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen W.Odermann – H.Krause Käthe-Krüger-Straße 17, 21337 Lüneburg</p> <p>..... gez. André Novotny Lüneburg, den 12.12.2014</p>	

*Nichtzutreffendes streichen

Inhaltsverzeichnis

1	Berechnungsannahmen	3
1.1.	Grundlagen	3
1.2.	Regenhäufigkeit	3
1.3.	Bemessungsregenspenden / Abflussspenden	3
1.4.	Abflussbeiwerte	4
1.5.	Berechnung des Abflusses	4
1.6.	Rohrleitungsdimensionierung	4
1.7.	Durchlässe	5
1.8.	Hydraulische Berechnung von Gräben/Mulden	5
1.9.	Versickerung	7
1.10.	Dimensionierung von Versickerungsanlagen nach Arbeitsblatt DWA-A 138	7
1.11.	Regenklärbecken	8
1.12.	Bemessung von Regenrückhalteräumen	8
2	Berechnungen	10
2.1.	Entwässerungsabschnitt 2.1	10
2.1.1	vorhandene Entwässerungsanlagen	10
2.1.2	Untergrundverhältnisse	10
2.1.3	geplante Entwässerungsanlagen	10
2.1.4	Flächenbilanz	11
2.1.5	Berechnung Bemessungsabfluss	12
2.2.	Entwässerungsabschnitt 2.2	15
2.2.1	vorhandene Entwässerungsanlagen	15
2.2.2	Untergrundverhältnisse	15
2.2.3	geplante Entwässerungsanlagen	15
2.2.4	Flächenbilanz	16
2.2.5	Berechnung Bemessungsabfluss	16
2.2.6	Dimensionierung der Versickerungsmulde	17
2.3.	Entwässerungsabschnitt 2.3	18
2.3.1	vorhandene Entwässerungsanlagen	18
2.3.2	Untergrundverhältnisse	18
2.3.3	geplante Entwässerungsanlagen	18
2.3.4	Flächenbilanz	19
2.3.5	Berechnung Bemessungsabfluss	19
2.4.	Entwässerungsabschnitt 2.4	20
2.4.1	vorhandene Entwässerungsanlagen	20
2.4.2	Untergrundverhältnisse	20
2.4.3	geplante Entwässerungsanlagen	21
2.4.4	Flächenbilanz	21
2.4.5	Bewertung der hydraulische Begrenzung im Vorfluter	22
2.4.6	Bemessung Regenklärbecken	22
2.5.	Entwässerungsabschnitt 2.5	24
2.5.1	vorhandene Entwässerungsanlagen	24
2.5.2	Untergrundverhältnisse	24
2.5.3	geplante Entwässerungsanlagen	24

2.5.4	Flächenbilanz.....	25
2.6.	Entwässerungsabschnitt 2.6.....	26
2.6.1	vorhandene Entwässerungsanlagen.....	26
2.6.2	Untergrundverhältnisse.....	26
2.6.3	geplante Entwässerungsanlagen.....	26
2.6.4	Flächenbilanz.....	27
2.7.	Entwässerungsabschnitt 2.7.....	28
2.7.1	vorhandene Entwässerungsanlagen.....	28
2.7.2	Untergrundverhältnisse.....	28
2.7.3	geplante Entwässerungsanlagen.....	28
2.7.4	Flächenbilanz.....	28
2.8.	Entwässerungsabschnitt 2.8.....	29
2.8.1	vorhandene Entwässerungsanlagen.....	29
2.8.2	Untergrundverhältnisse.....	30
2.8.3	geplante Entwässerungsanlagen.....	30
2.8.4	Flächenbilanz.....	30
2.8.5	Berechnung Bemessungsabfluss.....	31
2.8.6	Bemessung Regenklärbecken.....	34
2.9.	Entwässerungsabschnitt 2.9.....	35
2.9.1	vorhandene Entwässerungsanlagen.....	35
2.9.2	Untergrundverhältnisse.....	36
2.9.3	geplante Entwässerungsanlagen.....	36
2.9.4	Flächenbilanz.....	36
2.9.5	Berechnung Bemessungsabfluss.....	38
2.9.6	Bemessung Regenklärbecken.....	41

Anhang 13.1.1: Dimensionierung von Versickerungsanlage nach Arbeitsblatt DWA-A138, Mulde für Einleitstelle 2.4

Anhang 13.1.2: DWA-A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Regenrückhalteraum für Einleitstelle 2.1

1 Berechnungsannahmen

1.1. Grundlagen

Grundlage der Planung und Berechnung der Entwässerungsanlagen sind folgende Regelwerke und Unterlagen:

- Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung (RAS-Ew), Ausgabe 2005
- LANU Merkblatt M-2: Hinweise zur Bewertung hydraulischer Begrenzungen in Fließgewässern bei der Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalesationen, Ausgabe 2002
- Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalesation, Ausgabe 1992
- Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen, Ausgabe 2006
- Arbeitsblatt DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Ausgabe 2006
- Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Ausgabe 2005
- ATV Arbeitsblatt A 166: Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Ausgabe 1999
- KOSTRA-DWD: Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen

1.2. Regenhäufigkeit

Gemäß RAS-Ew sind nachstehende Regenhäufigkeiten (Bemessungshäufigkeiten) anzusetzen:

Entwässerung von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen	n = 1,0
Rohrleitungen bei Mittelstreifenentwässerung	n = 0,33
Straßentiefpunkte	n = 0,2
Versickermulden	n = 1,0

1.3. Bemessungsregenspenden / Abflussspenden

Deutscher Wetterdienst GF Hydrometeorologie



Niederschlagshöhen und -spenden für das Rasterfeld Spalte:38 Zeile: 21 in der Zeitspanne Januar - Dezember

T	I	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
	I	hN	rN	hN	rN												
5,0 min	I	5,2	173,6	6,5	215,9	7,7	258,2	9,4	314,1	10,7	356,4	12,0	398,7	13,6	454,6	14,9	496,9
10,0 min	I	6,4	106,4	8,1	135,2	9,8	164,0	12,1	202,0	13,8	230,8	15,6	259,6	17,9	297,7	19,6	326,5
15,0 min	I	7,2	79,8	9,2	102,8	11,3	125,8	14,1	156,2	16,1	179,2	18,2	202,2	20,9	232,6	23,0	255,6
20,0 min	I	7,8	65,0	10,2	84,6	12,5	104,2	15,6	130,1	18,0	149,7	20,3	169,4	23,4	195,3	25,8	214,9
30,0 min	I	8,8	48,7	11,6	64,3	14,4	80,0	18,1	100,7	20,9	116,4	23,8	132,0	27,5	152,7	30,3	168,4
45,0 min	I	9,8	36,4	13,2	48,9	16,6	61,4	21,0	78,0	24,4	90,5	27,8	103,0	32,3	119,5	35,6	132,0
60,0 min	I	10,7	29,6	14,5	40,3	18,3	50,9	23,4	65,0	27,3	75,7	31,1	86,4	36,2	100,5	40,0	111,1
90,0 min	I	11,9	22,0	15,8	29,3	19,8	36,6	25,0	46,3	28,9	53,6	32,9	60,9	38,1	70,5	42,0	77,8
2,0 h	I	12,9	17,9	16,9	23,4	20,9	29,0	26,2	36,4	30,2	42,0	34,2	47,6	39,5	54,9	43,6	60,5
3,0 h	I	14,3	13,3	18,4	17,1	22,6	20,9	28,0	25,9	32,1	29,8	36,3	33,6	41,7	38,6	45,8	42,5
4,0 h	I	15,4	10,7	19,6	13,6	23,9	16,6	29,4	20,4	33,6	23,3	37,8	26,3	43,4	30,1	47,6	33,0
6,0 h	I	17,2	7,9	21,5	9,9	25,8	11,9	31,5	14,6	35,8	16,6	40,1	18,6	45,8	21,2	50,1	23,2
9,0 h	I	19,0	5,9	23,5	7,2	27,9	8,6	33,8	10,4	38,2	11,8	42,6	13,2	48,5	15,0	52,9	16,3
12,0 h	I	20,5	4,7	25,0	5,8	29,5	6,8	35,5	8,2	40,0	9,3	44,5	10,3	50,5	11,7	55,0	12,7
18,0 h	I	21,2	3,3	26,3	4,1	31,3	4,8	38,0	5,9	43,1	6,7	48,2	7,4	54,9	8,5	60,0	9,3
24,0 h	I	21,9	2,5	27,5	3,2	33,1	3,8	40,6	4,7	46,3	5,4	51,9	6,0	59,4	6,9	65,0	7,5
48,0 h	I	31,1	1,8	37,5	2,2	43,9	2,5	52,4	3,0	58,8	3,4	65,1	3,8	73,6	4,3	80,0	4,6
72,0 h	I	38,2	1,5	45,0	1,7	51,8	2,0	60,7	2,3	67,5	2,6	74,3	2,9	83,2	3,2	90,0	3,5

T - Wiederkehrzeit (in a): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in min, h)
hN - Niederschlagshöhe (in mm)
rN - Niederschlagsspende (in l/(s*ha))

Für die wassertechnische Berechnungen wird somit nachstehende Regenspende angesetzt:

$$r_{15,n=1,0} = 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$$

1.4. Abflussbeiwerte

In Anlehnung an die RAS-Ew bzw. dem Arbeitsblatt DWA-A 138 werden folgende mittlere Abflussbeiwerte angesetzt:

Flächentyp	Art der Befestigung	mittlerer Abflussbeiwert
Abfluss von Straßen, Wege, Plätze	Asphalt	$\Psi_m = 0,90$
Abfluss von Bankette	Kies- und Sandboden	$\Psi_m = 0,50$
Abfluss von Böschungen und Mulden	Kies- und Sandboden	$\Psi_m = 0,30$

1.5. Berechnung des Abflusses

Die Abflussermittlung für die hydraulische Berechnung der Entwässerungsanlagen und Brücken- bzw. Durchlassbauwerke erfolgt nach:

$$Q = \psi_m \cdot A_E \cdot r_{15(n)} \cdot 10^{-4} \quad [\text{l/s}]$$

Es bedeuten:

- Q [l/s] = Regenabfluss
- ψ_m [-] = mittlerer Abflussbeiwert gem. „Richtlinie für den Ausbau von Gewässer“
- A_E [m²] = Größe des Einzugsgebietes
- $r_{15(n=0,1)}$ [l/s·ha] = Regenspende, T = 15 min, n = 0,1 (10 Jahre)

1.6. Rohrleitungsdimensionierung

Die Dimensionierung der Rohrleitungen wird nach der Formel von Prandl-Colebrook durchgeführt.

$$Q_v = A \cdot v_v$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$v = \left[-2 \cdot \lg \left(\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot I \cdot d}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right) \right] \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot I \cdot d}$$

Es bedeuten:

- Q_v [m³/s] = Regenabfluss bei Vollfüllung
- A [m²] = Rohrquerschnittsfläche
- v_v [m/s] = Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung
- d [m] = Rohrinne Durchmesser
- I [%] = Sohlgefälle
- g [m/s²] = Fallbeschleunigung (9,81 m²/s)
- ν [m²/s] = kinematische Viskosität (1,31·10⁻⁶ m²/s)
- k_b [mm] = Rauigkeitsbeiwert

1.7. Durchlässe

Für die schadlose Ableitung der Niederschlagswässer werden Rohr- und Rechteckdurchlässe vorgesehen. Der Nachweis der Leistungsfähigkeit erfolgt in Anlehnung der RAS-Ew nach folgender Formel:

$$Q = \frac{\Delta h}{\frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d^4} \cdot \left(1,5 + \frac{2 \cdot g \cdot l}{k_{St}^2 \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{4}{3}}} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Es bedeuten:

- d [m] = Innendurchmesser des Rohrdurchlasses
- Δh [m] = Spiegeldifferenz Oberwasser/Unterwasser einschl. zul. Aufstau
- l [m] = Bauwerkslänge
- k_{St} [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$] = Rauigkeitsbeiwert [=65 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$]
- g [m/s^2] = Fallbeschleunigung

Die Berechnung der Spiegeldifferenz erfolgt nach:

$$\Delta h = z + I \cdot l \quad [\text{m}]$$

Es bedeuten:

- z [m] = Aufstau
- I [%] = Gefälle des Rohrdurchlasses

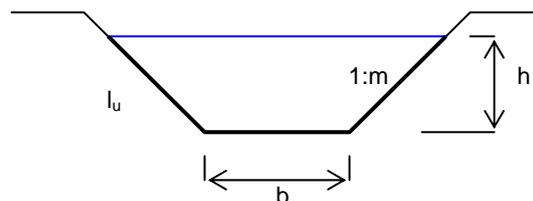
1.8. Hydraulische Berechnung von Gräben/Mulden

Gräben, Trapezprofile

Die Abflussberechnung erfolgt nach der Formel von Manning-Strickler.

$$Q = A \cdot k_{St} \cdot r_{hy}^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Skizze:



Durchflussfläche:

$$A = h \cdot (b + m \cdot h) \quad [\text{m}^2]$$

benetzter Umfang:

$$l_u = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \quad [\text{m}]$$

hydraulischer Radius:

$$r_{hy} = \frac{A}{l_u} \quad [\text{m}]$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	=	Abfluss
A	[m ²]	=	Grabenquerschnitt / Durchflussquerschnitt
h	[m]	=	Grabentiefe (Wasserspiegel)
b	[m]	=	Sohlenbreite
m	[-]	=	Böschungsneigung
l _u	[m]	=	benetzter Umfang
I	[‰]	=	Sohlgefälle
k _{St}	[m ^{1/3} /s]	=	Rauhigkeitsbeiwert

Bei den hydraulischen Leistungsfähigkeitsnachweisen wird der vorherrschende Grundwasserstand berücksichtigt.

Mulden

Die Dimensionierung der Mulden für die Ableitung von Niederschlagswasser wird nach folgender Formel durchgeführt.

$$Q = k_{ST} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2 \cdot h} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Für die Mulden werden folgende geometrische Abmessungen festgelegt:

Stauquerschnitt:

$$A_{Stau} = \frac{t}{6 \cdot b} \cdot (3 \cdot t^2 + 4 \cdot b^2) \quad [\text{m}]$$

Benetzter Umfang:

$$l_u = b \cdot \left[1 + \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{t}{b} \right)^2 - \frac{32}{5} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^4 \right] \quad [\text{m}]$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	=	max. Bemessungsdurchfluss
h	[m]	=	Wassertiefe in Muldenmitte
b	[m]	=	Muldenbreite
I	[‰]	=	Sohlgefälle
k _{St}	[m ^{1/3} /s]	=	Rauhigkeitsbeiwert

Rauhigkeitsbeiwerte k_{St}

Es werden nachstehende Erfahrungswerte angesetzt:

Mulde, Graben mit Grasbewuchs	$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Gewässer mit Erdprofil, mit Bewuchs	$k_{St} = 15 - 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Bruchsteinböschung, mit Sohle aus Kies	$k_{St} = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

1.9. Versickerung

Die Berechnung der Versickerung erfolgt gem. RAS-Ew über die spezifischen Versickerungsraten der bewachsenen Flächen.

Als Versickerungsanlage werden zu den geplanten Flächen ebenfalls die entsprechend nutzbaren vorhandenen Böschungflächen des Straßenkörpers angesetzt.

Gem. Untersuchungen von Lecher und Ludwig (Abflüsse von Straßen mit offenen Längsentwässerungen. Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 509, Bundesministerium für Verkehr) werden nachstehende spezifische Versickerungsraten für die nutzbaren Flächen angesetzt:

Bankett (gepl.)	=	125 l/(s·ha)
Mulde (gepl.)	=	150 l/(s·ha)
Böschungen (gepl. u. vorh.)	=	150 l/(s·ha)

Bei Rasenmulden kann eine spezifische Versickerrate von mindestens 150 l/(s·ha) angenommen werden.

Bei mit Boden bedeckte und bewachsene Flächen werden durch auflockernde Wirkung der Wurzeln und Lebewesen im Boden häufig größere Durchlässigkeiten und damit auch größere Versickerungsraten erreicht.

Der Abfluss ergibt sich zu:

$$\text{tatsächlicher Abfluss} = \text{Regenabfluss} - \text{Versickerung}$$

1.10. Dimensionierung von Versickerungsanlagen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Die Dimensionierung der Versickerungsanlagen, die als Regenwasserreinigungsstufe vor Einleitstellen in Gewässer angeordnet werden erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138.

$$V = \left[(A_U + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z \quad [\text{m}^3]$$

Für die Versickerungsmulden errechnet sich die mittlere Einstauhöhe wie folgt:

$$z_M = V / A_S \quad [\text{m}]$$

Nachweis der Entleerungszeit für $n=1/a$:

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_f < \text{erf. } t_E = 24h \quad [\text{m}]$$

Es bedeuten:

V	[m ³]	=	Notwendiges Speichervolumen
A _U	[m ²]	=	angeschlossene undurchlässige Fläche
A _S	[m]	=	Zur Verfügung stehende Versickerungsfläche

$r_{D(n)}$	[l/(s*ha)]	=	Regenspende der Dauer D und der Häufigkeit n
D	[min]	=	Regendauer
k_f	[m/s]	=	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone
f_z	[-]	=	Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117

1.11. Regenklärbecken

Die Bemessung erfolgt gem. den Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation und in Anlehnung an die RAS-Ew.

Der Bemessungsabfluss Q_{RKB} ergibt sich aus der Summe des kritischen Regenabflusses Q_{krit} .

$$Q_{RKB} = r_{krit} \cdot A_{red} \quad [l/s]$$

Die kritische Regenspende beträgt

$$r_{krit} = 15,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$$

Das Mindestvolumen des Beckens muss 50 m³ betragen.

Das Beckenvolumen ergibt sich zu:

$$V = 3,6 \cdot Q_{RKB} \cdot \frac{h_B}{q_A} \quad [m^3]$$

Es bedeuten:

V	[m ³]	=	Beckenvolumen
Q_{RKB}	[m ³ /s]	=	Bemessungszufluss
h_B	[m]	=	nutzbare Beckentiefe
q_A	[m/h]	=	Oberflächenbeschickung = 10 m/h

Der Leichtflüssigkeitsabscheider erhält zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeitsstoffen eine Tauchwand, die mindestens 20 cm in das Wasser taucht und die Geschwindigkeit unter der Wand höchstens 0,05 m/s beträgt.

1.12. Bemessung von Regenrückhalteräumen

Die Bemessung von Regenrückhalteräumen erfolgt nach dem einfachen Verfahren mittels statistischer Niederschlagsdaten. Das Verfahren ist für kleine und einfach strukturierte Entwässerungssysteme mit einer Einzugsgebietsfläche bis 200 ha anwendbar. Für die jeweilige Dauerstufe ergibt sich das spezifische Volumen zu:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06 \quad [m^3/\text{ha}]$$

Das erforderliche Volumen des RRR wird durch Multiplikation des maximalen spezifischen Volumens $V_{s,u}$ mit der undurchlässigen Fläche A_U berechnet:

$$V = V_{s,u} \cdot A_U \quad [m^3]$$

Der Regenanteil der Drosselabflussspende bezogen auf A_U ergibt sich aus :

$$q_{Dr,R,u} = Q_{Dr} / A_U \quad [l/s\cdot\text{ha}]$$

Es bedeuten:

V	[m ³]	=	Notwendiges Speichervolumen
$V_{s,u}$	[m ³ /ha]	=	Spezifisches Speichervolumen, bezogen auf A_U
A_U	[m ²]	=	angeschlossene undurchlässige Fläche
$r_{D(n)}$	[l/(s*ha)]	=	Regenspende der Dauer D und der Häufigkeit n
$q_{Dr,R,u}$	[l/(s*ha)]	=	Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A_U
D	[min]	=	Regendauer
f_A	[-]	=	Abminderungsfaktor in Abhängigkeit von t_f , $q_{Dr,R,u}$ und n
f_z	[-]	=	Zuschlagsfaktor nach Tabelle 2, DWA-A 117
Q_{Dr}	[l/s]	=	Drosselabfluss des RRR
f_z	[-]	=	Zuschlagsfaktor nach Tabelle 2, DWA-A 117

2 Berechnungen

2.1. Entwässerungsabschnitt 2.1

2.1.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 78+542 und Bau-km 78+750**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 und der Anschlussstelle Lütjensee/Schönberg stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen sowie Rampenflächen der Anschlussstelle
- Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers
- Mulde entlang der Böschungsunterkanten

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen der Rampen (Anschlussstelle)
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen
- Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers
- Mulde entlang der Böschungsunterkanten

2.1.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt stehen oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

2.1.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die geplante Entwässerung soll entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über die Bankette und vorhandenen Böschungsflächen zur Versickerung gebracht werden. Die vorhandenen Böschungsflächen und die Flächen in den Rampenohren der Rampen 2 bis 3 im Zuge der Anschlussstelle reichen zur dezentralen Versickerung und somit Einleitung in den Untergrund aus. Somit blieb das vorhandene Entwässerungsprinzip unverändert.

2.1.4 Flächenbilanz

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschung (78+542 bis 78+720):

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.093,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.003,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 239,00 m ²
Entsiegelung	~ 329,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschung:

$$\text{Fahrbahn (Entsiegelung)} \quad 329,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{-3,04 \text{ l/s}}$$

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschung (78+542 bis 78+700):

Flächenbilanz.

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 732,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 732,00 m ²
Entsiegelung/Mehrversiegelung	~ 0,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu keiner Mehrversiegelung von befestigten Flächen und keiner entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschung (78+700 bis 78+750):

Flächenbilanz:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 252,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 282,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 30,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschung:

$$\text{Fahrbahn (Mehrversiegelung)} \quad 30,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{0,28 \text{ l/s}}$$

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschung (78+720 bis 78+750):

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 484,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 375,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 49,00 m ²
Entsiegelung	~ 158,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Schönberg Rampe 2, Entwässerung über westliche Böschung:

Fahrbahn (Entsiegelung) $158,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \mathbf{-0,14 \text{ l/s}}$

2.1.5 Berechnung Bemessungsabfluss

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (78+572 – 78+720), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen

Fahrbahn (gepl.)	2.003,00 m ²	A _E
Mulde (gepl.)	24,00 m ²	A _E
Bankett (gepl.)	360,00 m ²	A _E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.306,00 m ²	A _E
Σ	4.693,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (78+542 – 78+720), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$2.003,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	18,53 l/s
Mulde (gepl.)	$24,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,25 l/s
Bankett (gepl.)	$360,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,70 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.306,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	23,71 l/s
Σ		46,19 l/s

spezifische Versickerungsraten:

Mulde (gepl.)	$24,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,36 l/s
Bankett (gepl.)	$360,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	4,50 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.306,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	34,59 l/s
Σ		39,45 l/s

Abfluss: $46,19 \text{ l/s} - 39,45 \text{ l/s} = \mathbf{6,74 \text{ l/s}}$

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsf lächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird breitfl ächig in die Fläche zwischen den Rampen innerhalb der Anschlussstelle eingeleitet und dort entsprechend versickert.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (**78+542 – 78+700**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen

Fahrbahn (gepl.)	732,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	271,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.053,00 m ²	A_E
Σ	3.056,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (**78+542 – 78+700**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$732,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	6,77 l/s
Bankett (gepl.)	$271,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,79 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.056,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	21,14 l/s
Σ		30,70 l/s

spezifische

Versickerungsraten:

Bankett (gepl.)	$271,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,39 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.056,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	30,84 l/s
Σ		34,23 l/s

Abfluss: $30,70 \text{ l/s} - 34,23 \text{ l/s} = -3,53 \text{ l/s}$

Einleitmenge

Da die Versickerungsraten größer als der Abfluss sind, kann das Niederschlagswasser vollständig breitflächig versickern. Es kommt zu keinem Abfluss.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (**78+700 – 78+750**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen

Fahrbahn (gepl.)	282,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	62,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	443,00 m ²	A_E
Σ	787,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (**78+700 – 78+750**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschungsf Flächen

Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$282,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 2,61 l/s
Bankett (gepl.)	$62,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 0,64 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$443,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 4,55 l/s
Σ		7,80 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Bankett (gepl.)	$62,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 0,78 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$443,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 6,65 l/s
Σ		7,43 l/s
Abfluss:	$7,80 \text{ l/s} - 7,43 \text{ l/s}$	= 0,37 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsf Flächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird breitflächig in die Grünfläche am Böschungsfuß eingeleitet und dort entsprechend versickert.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (**78+720 – 78+750**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschungsf Flächen

Fahrbahn (gepl.)	375,00 m ²	A_E
Mulde (gepl.)	40,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	98,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	237,00 m ²	A_E
Σ		750,00 m² A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (**78+720 – 78+750**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschungsf Flächen

Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$375,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 3,47 l/s
Mulde (gepl.)	$40,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 0,41 l/s
Bankett (gepl.)	$98,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 1,01 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$237,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 2,44 l/s
Σ		7,33 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Mulde (gepl.)	$40,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 0,60 l/s
Bankett (gepl.)	$98,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 1,23 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$237,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4}$	= 3,56 l/s
Σ		4,65 l/s
Abfluss:	$7,33 \text{ l/s} - 4,65 \text{ l/s}$	= 1,94 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungflächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird breitflächig in die Grünfläche am Böschungsfuß eingeleitet und dort entsprechend versickert.

2.2. Entwässerungsabschnitt 2.2

2.2.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 78+750 und Bau-km 79+050**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen
- Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers
- Mulde entlang der Böschungsunterkante

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungflächen
- Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers
- Mulde entlang der Böschungsunterkante

2.2.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt stehen oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

2.2.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die geplante Entwässerung soll entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über das östliche Bankett und die vorhandenen Böschungflächen hauptsächlich zur Versickerung gebracht werden.

Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird zwischen Bau-km 79+060 und 79+204 einer Versickerungsmulde zur Versickerung in den Untergrund zugeführt.

2.2.4 Flächenbilanz

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Schönberg Beschleunigungsspur Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschung (78+750 bis 78+780):

Flächenbilanz:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 208,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 140,00 m ²
Entsiegelung	~ 68,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Schönberg Beschleunigungsspur Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschung:

Fahrbahn (Entsiegelung)	$68,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	-0,63 l/s
-------------------------	---	------------------

Flächenbilanz B 404, Entwässerung über östliche Böschung (78+750 bis 79+050):

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 3.011,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 4.119,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 394,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 714,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung)	$714,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	6,61 l/s
-----------------------------	--	-----------------

2.2.5 Berechnung Bemessungsabfluss

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (78+750 – 78+780), AS Lütjensee/Schönberg Beschleunigungsspur Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschungflächen		
Fahrbahn (gepl.)	140,00 m ²	A _E
Bankett (gepl.)	45,00 m ²	A _E
Böschung (gepl. u. vorh.)	456,00 m ²	A _E
Σ	641,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (78+750 – 78+780), AS Lütjensee/Schönberg Beschleunigungsspur Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschungflächen

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$140,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	1,30 l/s
Bankett (gepl.)	$45,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,46 l/s

Böschung (gepl. u. vorh.)	$456,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	4,69 l/s
	Σ	6,45 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Bankett (gepl.)	$45,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,56 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$456,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	6,84 l/s
	Σ	7,40 l/s
Abfluss:	$6,45 \text{ l/s} - 7,40 \text{ l/s} =$	-0,95 l/s

Einleitmenge

Da die Versickerungsraten größer als der Abfluss sind, kann das Niederschlagswasser vollständig breitflächig versickern. Es kommt zu keinem Abfluss.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (78+750 – 79+050), Entwässerung über östl. Böschungfläche

Fahrbahn (gepl.)	4.119,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	450,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.894,00 m ²	A_E
	Σ	7.463,00 m² A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (78+750 – 79+050), Entwässerung über östl. Böschungfläche

Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$4.119,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	38,11 l/s
Bankett (gepl.)	$450,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	4,63 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.894,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	29,75 l/s
	Σ	72,49 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Bankett (gepl.)	$450,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	6,75 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.894,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	43,41 l/s
	Σ	50,16 l/s
Abfluss:	$72,49 \text{ l/s} - 50,16 \text{ l/s} =$	22,33 l/s

Einleitmenge

Im Entwässerungsabschnitt 2.2 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 22,33 l/s**, die nicht über die vorhandenen Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge wird einer hochliegenden Mulde zur Versickerung zugeführt.

2.2.6 Dimensionierung der Versickerungsmulde

Im Entwässerungsabschnitt 2.2 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 22,33 l/s**, die nicht über die vorhandenen

Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge wird einer hochliegenden Versickerungsmulde zur Versickerung zugeführt.

Die Dimensionierung der Versickerungsmulde erfolgt gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138. Das erf. Volumen der Versickerungsmulde wird für eine Häufigkeit von $n = 0,1/a$ ($T = 10$ a) dimensioniert. Die Versickerungsmulde wird in der Sohle und Böschung mit 20 cm Oberboden mit einem k_f -Wert von $5,0 \cdot 10^{-6}$ [m/s] ausgeführt. Unterhalb des Oberbodens wird zur Filterstabilität eine 20 cm dicke Sandschicht mit einem k_f -Wert von größer $1 \cdot 10^{-4}$ [m/s] angeordnet. Die Ergebnisse der Muldenbemessung sind in **Anhang 13.1.1** dargestellt.

Für die Mulde mit der Abmessung $A_S = 360$ m² ergibt sich eine Versickerungsrate von

$$Q_S = k_f / 2 \times A_S \times 1000 \text{ l/s}$$

$$Q_S = 0,000005 / 2 \times 360 \times 1000 = \mathbf{0,90 \text{ l/s}}$$

2.3. Entwässerungsabschnitt 2.3

2.3.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 79+050 und Bau-km 79+200**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen

2.3.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt stehen oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

Mit oberflächennahem Grundwasser ist hier nicht zu rechnen.

2.3.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die B 404 verläuft im Streckenabschnitt Bau-km 79+050 bis Bau-km 79+200 in Dammlage.

Im Entwässerungsabschnitt 2.3 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 11,73 l/s**, die nicht über die vorhandenen Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge läuft breitflächig in die unterhalb des Böschungsfußes liegenden Grünflächen und versickert dort dezentral.

2.4. Entwässerungsabschnitt 2.4

2.4.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 79+200 und Bau-km 79+700**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen
- Gewässerkreuzung Ripsbek (Gewässerpflegeverband Bille, Verbands-Nr. 1.10.4) DN 1000 bei Bau-km 79+233
- Gewässerkreuzung Löpsbek (Gewässerpflegeverband Bille, Verbands-Nr. 1.10.4.6) DN 600 bei Bau-km 79+660
- Zwischen Bau-km 79+330 und 79+600 Transportgraben und –mulde entlang der Böschungsunterkante; Anschluss an den Durchlass DN 400 bei Bau-km 79+475
- Sickerrohrleitung DN 100 zwischen Bau-km 79+350 und 79+580, Anschluss an Durchlass DN 400 bei Bau-km 79+475

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen
- Zwischen Bau-km 79+440 und 79+640 Transportgraben und –mulde entlang der Böschungsunterkante; Anschluss an das kreuzende Gewässer bei Bau-km 79+660
- Transportkanal DN 300 mit Sickerrohrleitung DN 100 zwischen Bau-km 79+660 und 79+660, Anschluss an den Vorfluter Löpsbek

2.4.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Entwässerungsabschnitt stehen bis ca. km 80,40 oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

Im Straßenverlauf, auf Höhe der benachbarten Moore, wurden lokal 1,10 m bis 1,70 m mächtige Torfe erbohrt.

Der Geschiebemergel wird teilweise durch Fein- Mittelsande bzw. –kiese mit erfassten Mächtigkeiten von bis zu 2,0 m unterlagert.

In Teilbereichen wird die Geschiebemergelschicht auch durch Beckentone unterlagert.

In dem Streckenabschnitt zwischen Bau-km 79+350 und 79+640 liegen die Grundwasserstände bis 0,80 m unter Fahrbahnoberkante.

Im weiteren Verlauf ist nicht mit oberflächennahem Grundwasser ist nicht zu rechnen.

2.4.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Zwischen Bau-km 79+200 und 79+350 liegt die B404 in Dammlage. Aufgrund der Gewässerkreuzung bei Bau-km 79+233 wird das anfallende Oberflächenwasser der B 404 in diesem Abschnitt in einer Entwässerungsrinne mit darunterliegender Sammelleitung gesammelt und bei Bau-km79+600 einem Regenklärbecken zur Reinigung zugeführt.

Zwischen Bau-km 79+350 und 79+640 liegt die B 404 im Einschnittsbereich. Aufgrund der oberflächennahen Grundwasserstände ist hier eine Versickerung nicht möglich. Das anfallende Regenwasser wird beidseitig der Straße über Transportmulden mit darunterliegender Sicker- und Sammelleitung gesammelt und einem Regenklärbecken zur Reinigung zugeführt.

Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird nach Reinigung in einem Regenklärbecken im kreuzenden Gewässer Löpsbek bei Bau-km 79+660 abgeschlagen.

Zwischen Bau-km 79+640 und 79+700 liegt die B404 in Dammlage. Aufgrund der Gewässerkreuzung bei Bau-km 79+660 wird das anfallende Oberflächenwasser der B 404 in diesem Abschnitt in einer Entwässerungsrinne mit darunterliegender Sammelleitung gesammelt und bei Bau-km79+600 einem Regenklärbecken zur Reinigung zugeführt.

2.4.4 Flächenbilanz

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

Für den Streckenabschnitt Bau-km 79+200 bis Bau-km 79+700 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 4.157,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 6.250,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Rastplatzfläche	~ 1.593,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 700,00 m ²
Minderversiegelung	~ 200,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Minderversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung:

$$\text{Fahrbahn (Minderversiegelung)} \quad 200,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{1,85 \text{ l/s}}$$

2.4.4.1. Berechnung Bemessungsabfluss

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (79+200 – 79+700), Entwässerung über westliche Mulde

Fahrbahn (gepl.)	6.250,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	750,00 m ²	A_E
Mulde (gepl.)	1.000,00 m ²	A_E

$$\Sigma \quad \underline{\underline{8.000,00 \text{ m}^2}} \quad A_E$$

Undurchlässige Fläche A_u , Bemessungsabfluss:

B 404 (79+200 – 79+700), Entwässerung über westliche Mulde

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$6.250,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	57,83 l/s
Bankett (gepl.)	$750,00 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,31 l/s
Mulde (gepl.)	$1.000,00 \text{ m}^2 \cdot 0,5 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	5,14 l/s
Abfluss:	Σ	65,28 l/s

2.4.5 Bewertung der hydraulische Begrenzung im Vorfluter

Grundlage hierfür ist das Merkblatt M 2 des LANU von 2002.

Überprüfung der Bagatellgrenze für Bordvoller Abfluss nach Merkblatt M 2:

$$\frac{A_U}{A_{E0}} = \frac{6350 \text{ m}^2}{2709961 \text{ m}^2} = 0,23\% < 1,00\%$$

Die geplante Einleitung unterschreitet die Bagatellgrenze von 1%.

Überprüfung der Bagatellgrenze für Erosion nach Merkblatt M 2:

$$A_U (\text{ha}) \cdot 100 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha}) < A_{E0} (\text{km}^2) \cdot 30 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{km}^2) = 0,6350 \cdot 100 < 2,71 \cdot 30 = 63,5 \frac{\text{l}}{\text{s}} < 81,3 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Die geplante Einleitung unterschreitet mit $Q = 63,50$ [l/s] die Bagatellgrenze von $81,3$ [l/s].

Nach Merkblatt M 2 des LANU von 2002 werden die Bagatellgrenzen für Bordvollen Abfluss und Erosion eingehalten, so dass kein weiterer Nachweis zu führen ist.

2.4.6 Bemessung Regenklärbecken

Die B 404 gilt als stark befahrener Bundesstraße. Das von den befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser gilt als normal verschmutzt.

Die Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers erfolgt in einem Regenklärbecken. Gemäß den Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation von Schleswig-Holstein muss der Mindestgehalt des Regenklärbecken 50 m^3 betragen. Weiterhin muss für Unfälle zur Leichtstoffrückhaltung ein Ölfangraum von mindestens 30 m^3 Inhalt vorhanden sein.

Die horizontale Fließgeschwindigkeit zwischen Beckensohle und Tauchwand soll beim Beckenabfluss (Q_{RKB}) $0,05 \text{ m/s}$ nicht überschreiten.

Ständig gefüllte Becken müssen für eine Oberflächenbeschickung von höchstens $10 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe für eine kritische Regenspende von $15 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})$ bemessen sein. Der Bemessungsabfluss Q_{RKB} ergibt sich für den Entwässerungsabschnitt 2.4 zwischen Bau-km 79+200 bis Bau-km 79+700 wie folgt:

kritischer Regenabfluss

$$Q_{RKB} = r_{krit} \cdot A_{red} = 15 \frac{l}{s \cdot ha} \cdot 6350 m^2 \cdot 10^{-4} = 9,53 \frac{l}{s}$$

A_{red} ist die befestigte Fläche der angeschlossenen Entwässerungsfläche.

Beckenvolumen

$$V = 3,6 \cdot Q_{RKB} \cdot \frac{h_B}{q_A} = 3,6 \cdot 9,53 \frac{l}{s} \cdot \frac{1,5m}{10 \frac{m}{h}} = 5,15 m^3$$

Als Regenklärbecken wird bei Bau-km 79+600 ein neues Erdbecken hergestellt.

Das Beckenvolumen des Regenklärbeckens beträgt bis zur Dauereinstauhöhe von 45,65 müNN ca. 150 m³ bei einer Tiefe von 1,5 m.

Über einen schwimmergesteuerten Drosselschieber DN 100 im Regelbauwerk hinter dem Beckenauslauf wird der Ablauf aus dem Regenklärbecken in den Vorfluter Löpsbek auf $Q_{RKB} = Q_{Dr} = 9,53$ l/s gedrosselt.

Durch die Drosselung des Abflusses auf 9,53 l/s ist im Bereich des Regenklärbeckens ein Regenrückhaltevolumen zu schaffen, welches nach DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen zu ermitteln ist. Nach dem einfachen Verfahren und einer Regenhäufigkeiten von $n = 0,1$ muss ein erforderliches Volumen von $V_{n=0,1} = 166,49$ m³ zur Verfügung gestellt werden. Die Bemessungsergebnisse des Regenrückhaltevolumens für die Einleitstelle 2.1 sind im **Anhang 13.1.2** dargestellt.

Bei einer Einstauhöhe von 85 cm ergibt sich ein Rückhaltevolumen von $V = 175,53$ m³.

Das anfallende zu reinigende Regenwasser wird aus der straßenbegleitenden Kanalisation über eine Rohrleitung DN 400 ins Regenklärbecken.

Das Regenklärbecken wird zur Rückhaltung von Leichtstoffen mit einer schwimmenden Tauchwand aus PEHD ausgeführt. Die Böschungsabschlüsse für die schwimmende Tauchwand werden aus 4 cm dicke Eichenspundbohlen mit verzinkter Profileinfassung und verzinkter Gleitschiene hergestellt. Die Tauchwand ragt ab der Dauereinstauhöhe von 45,65 müNN 40 cm tief ins Wasser. Die Fläche A_{oben} vor der Tauchwand beträgt bei der Dauereinstauhöhe von 45,65 müNN 123 m². Die maßgebende Tiefe für die Berechnung des Ölfangraumes beträgt 35 cm (5cm Sicherheitsabschlag). Die Fläche A_{unten} beträgt 84,15 m².

$$V_{\text{Ölfangraum}} = \frac{(A_{oben} \pm A_{unten})}{2} \cdot h_{\text{Auffangraum}} = \frac{(123 m^2 + 100 m^2)}{2} \cdot 0,35 m = 39,03 m^3$$

Entsprechend der im Lageplan Maßstab 1:250 eingezeichneten Position der Tauchwand beträgt die Fläche zwischen Tauchwandunterkante und Beckensohle $A = 6,30$ m².

Die horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand ergibt sich wie folgt:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00953 \frac{m^3}{s}}{6,30 m^2} = 0,0015 \frac{m}{s}$$

Die Oberflächenbeschickung bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe ($A = 150$ m²) für eine kritische Regenspende von 15 l/(s*ha) ergibt sich wie folgt:

$$q_A = \frac{Q}{A} = \frac{34,31 \text{ m}^3/\text{h}}{150 \text{ m}^2} = 0,23 \text{ m}/\text{h}$$

Das Becken erhält folgende Eckdaten:

Art		Erdbecken mit Dauerstau
Beckenvolumen	V	= 150,00 m ³ (bis zur Dauereinstauhöhe)
Tiefe T	T	= 1,50 m
Böschungsneigung		1 : 2
Leichtflüssigkeitsabscheider		Ölauffangraum V=39,03 m ³ , Tauchwand
Drosselabfluss	Q _{Dr}	9,53 l/s

2.5. Entwässerungsabschnitt 2.5

2.5.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 79+700 und Bau-km 80+470**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen
- Gewässerkreuzung Petersbek (Gewässerpflegeverband Bille, Verbands-Nr. 1.10.4.1.1) DN 800 bei Bau-km 80+335

2.5.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt stehen oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

In dem Streckenabschnitt zwischen Bau-km 80+200 und 80+800 wurde Grundwasser zwischen 1,10 m und 1,63 m unter Fahrbahnoberkante bzw. Gelände angetroffen. Mit oberflächennahem Grundwasser ist hier nicht zu rechnen.

2.5.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die B 404 verläuft im Streckenabschnitt Bau-km 79+700 bis Bau-km 80+470 in Dammlage.

Die geplante Entwässerung soll entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über das westliche Bankett und die vorhandenen Böschungflächen hauptsächlich zur Versickerung gebracht werden.

Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird breitflächig in die tieferliegenden Grünflächen zur Flächenversickerung abgeleitet. Eine Einleitung in das kreuzende Gewässer Petersbek findet nicht statt. Zwischen Bau-km 80+300 und 80+360 wird das anfallende Oberflächenwasser der B 404 über eine Entwässerungsrinne mit darunterliegender Sammelleitung gefasst und bei Bau-km 80+300 in die Böschungflächen abgeleitet. Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass bei einem Ölunfall im unmittelbaren Bereich der Gewässerkreuzung Öl in das Gewässer Petersbek fließen kann.

2.5.4 Flächenbilanz

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

Für den Streckenabschnitt Bau-km 79+700 bis Bau-km 80+470 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 6.368,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 9.625,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 1.108,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 2.149,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung) $2.149,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \mathbf{19,88 \text{ l/s}}$

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (79+700 – 80+470), Entwässerung über westliche Böschung

Fahrbahn (gepl.)	9.625,00 m ²	A _E
Bankett (gepl.)	1.616,00 m ²	A _E
Böschung (gepl. u. vorh.)	8.289,00 m ²	A _E
Σ	19.532,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (79+700 – 80+470), Entwässerung über westliche Böschung

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$9.625,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	89,05 l/s
Bankett (gepl.)	$1.616,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	16,61 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$8.289,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	85,21 l/s
Σ		190,87 l/s

spezifische Versickerungsraten:

Bankett (gepl.)	$1.616,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	20,20 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$8.289,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	124,34 l/s
Σ		144,54 l/s

Abfluss: $190,87 \text{ l/s} - 144,54 \text{ l/s} = \mathbf{46,33 \text{ l/s}}$

Einleitmenge

Im Entwässerungsabschnitt 2.5 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 46,33 l/s**, die nicht über die vorhandenen Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge läuft breitflächig in die unterhalb des Böschungsfußes liegenden Grünflächen und versickert dort dezentral.

2.6. Entwässerungsabschnitt 2.6

2.6.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 80+470 und Bau-km 80+760**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen

2.6.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt verläuft die B 404 in Dammlage.

Der vorhandene Straßenkörper ist aus mehreren aufgefüllten Schichten aufgebaut.

Die vorhandenen Bankette und der Trennstreifen zwischen B 404 und des parallel verlaufenden Radweges sind mit Mutterboden in eine Stärke zwischen 0,30 bis 0,50 m aufgefüllt.

Die aufgefüllten Schichten erstrecken sich über die gesamte Breite der Straßenkörpers.

Die oberste Schicht besteht überwiegend aus Sand in verschiedenen Korngrößenbereichen. Ihre Stärke bewegt sich zwischen 0,50 bis 1,70 m. Teilweise ist diese Schicht mit schluffigen Bestandteilen versetzt.

Eine teilweise darunter folgende aufgefüllte Sandschicht in einer Stärke von rd. 0,60 m ist mit schluffigen Bestandteilen versetzt.

Der anstehende Baugrund unterhalb der Auffüllungen besteht aus sandigem Geschiebelehm, -mergel sowie Schluff.

In dem Streckenabschnitt zwischen Bau-km 80+200 und 80+800 wurde Grundwasser zwischen 1,10 m und 1,63 m unter Fahrbahnoberkante bzw. Gelände angetroffen.

2.6.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die B 404 verläuft im Streckenabschnitt Bau-km 80+470 bis Bau-km 80+760 in Dammlage.

Die geplante Entwässerung soll entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über das westliche Bankett und die vorhandenen Böschungsflächen hauptsächlich zur Versickerung gebracht werden.

Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird breitflächig in die tieferliegenden Grünflächen zur Flächenversickerung abgeleitet.

2.6.4 Flächenbilanz

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

Für den Streckenabschnitt Bau-km 80+470 bis Bau-km 80+760 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.401,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 3.647,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 397,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 849,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung) $849,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} = \mathbf{7,85 \text{ l/s}}$

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (80+470 – 80+760), Entwässerung über westliche Böschung			
Fahrbahn (gepl.)	3.647,00 m ²	A _E	
Bankett (gepl.)	435,00 m ²	A _E	
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.817,00 m ²	A _E	
	Σ 6.899,00 m²	A_E	

Teilflächen Versickerung:

B 404 (80+470 – 80+760), Entwässerung über westliche Böschung			
Regenabfluss:			
Fahrbahn (gepl.)	$3.647,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$		33,74 l/s
Bankett (gepl.)	$435,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$		4,47 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.817,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$		28,96 l/s
		Σ	67,17 l/s
spezifische Versickerungsraten:			
Bankett (gepl.)	$435,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$		5,44 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.817,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$		42,26 l/s
		Σ	47,70 l/s
Abfluss:	$67,17 \text{ l/s} - 47,70 \text{ l/s} =$		19,47 l/s

Einleitmenge

Im Entwässerungsabschnitt 2.6 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 19,47 l/s**, die nicht über die vorhandenen Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge läuft breitflächig in die unterhalb des Böschungsfußes liegenden Grünflächen und versickert dort dezentral.

2.7. Entwässerungsabschnitt 2.7

2.7.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 80+760 und Bau-km 80+950**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungsflächen
- Durchlass DN 600 bei Bau-km 80+921

2.7.2 Untergrundverhältnisse

Im betrachteten Streckenabschnitt stehen oberflächennah ca. 1,20 m bis 3,50 m mächtige Geschiebemergel an. Diese Schicht ist nur in Teilbereichen vorhanden.

Daneben sind Schmelzwassersande und- kiese abgelagert worden, die in einer Tiefe von 10,20 m.u.G. noch nicht durchteuft wurden.

In dem Streckenabschnitt zwischen Bau-km 80+200 und 80+800 wurde Grundwasser zwischen 1,10 m und 1,63 m unter Fahrbahnoberkante bzw. Gelände angetroffen. Mit oberflächennahem Grundwasser ist hier nicht zu rechnen.

2.7.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die B 404 verläuft im Streckenabschnitt Bau-km 80+760 bis Bau-km 80+950 in Dammlage.

Die geplante Entwässerung soll entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über das westliche Bankett und die vorhandenen Böschungsflächen hauptsächlich zur Versickerung gebracht werden.

Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird breitflächig in die tieferliegenden Grünflächen zur Flächenversickerung abgeleitet. Eine qualifizierte Entwässerung besteht in diesem Entwässerungsabschnitt nicht.

2.7.4 Flächenbilanz

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.

Für den Streckenabschnitt Bau-km 80+760 bis Bau-km 80+950 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 1.584,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.375,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 263,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 528,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung) $528,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \mathbf{4,89 \text{ l/s}}$

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (80+760 – 80+950), Entwässerung über westliche Böschung		
Fahrbahn (gepl.)	2.375,00 m ²	A _E
Bankett (gepl.)	285,00 m ²	A _E
Böschung (gepl. u. vorh.)	1.408,00 m ²	A _E
Σ	4.068,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (80+760 – 80+950), Entwässerung über westliche Böschung		
Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	2.375,00 m ² · 0,9 · 102,8 l/s·ha · 10 ⁻⁴	= 21,97 l/s
Bankett (gepl.)	285,00 m ² · 1,0 · 102,8 l/s·ha · 10 ⁻⁴	= 2,93 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	1.408,00 m ² · 1,0 · 102,8 l/s·ha · 10 ⁻⁴	= 14,47 l/s
Σ		39,37 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Bankett (gepl.)	285,00 m ² · 1,0 · 125,0 l/s·ha · 10 ⁻⁴	= 4,28 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	1.408,00 m ² · 1,0 · 150,0 l/s·ha · 10 ⁻⁴	= 21,12 l/s
Σ		25,40 l/s
Abfluss:	39,37 l/s – 25,40 l/s	= 13,97 l/s

Einleitmenge

Im Entwässerungsabschnitt 2.7 ergibt sich eine Wassermenge von **Q = 13,97 l/s**, die nicht über die vorhandenen Böschungs- und Bankettflächen versickert werden kann. Diese Wassermenge läuft breitflächig in die unterhalb des Böschungsfußes liegenden Grünflächen und versickert dort dezentral.

2.8. Entwässerungsabschnitt 2.8

2.8.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 80+950 und Bau-km 82+135**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 und der Anschlussstelle Lütjensee/Grönwohld stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen sowie Rampenflächen der Anschlussstelle

- Teilweise Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungflächen
- Durchlass DN 600 bei Bau-km 81+221
- Teilweise Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers

2.8.2 Untergrundverhältnisse

Im Streckenabschnitt 81+300 bis 81+760 verläuft die B 404 in Einschnittslage. Im Streckenabschnitt 81+760 bis 81+135 verläuft die B 404 in Dammlage

Bei Bau-km 82+000 ist der Grundwasserstand ca. 1,41 m unter Fahrbahnoberkante festgestellt worden

2.8.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Die B 404 verläuft im Streckenabschnitt Bau-km 80+950 bis Bau-km 81+300 in Dammlage.

Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass überschüssiges Regenwasser in den vorhandenen Entwässerungsgraben bei Bau-km 81+221 abgeleitet wird, wird zwischen Bau-km 80+950 und 81+221 das anfallende Oberflächenwasser der B 404 über eine Entwässerungsrinne mit darunterliegender Sammelleitung gefasst und bei Bau-km 82+095 einem geplanten Regenklärbecken zugeführt. Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass bei einem Ölunfall Öl über den Entwässerungsgraben bei Bau-km 81+221 in den Drahtteich fließen kann.

Die geplante Entwässerung sieht im Streckenabschnitt 81+300 bis 81+760 im Bereich der Einschnittslage vor, dass das anfallende Oberflächenwasser der B 404 über die Bankette, Böschungflächen und Mulden zur Versickerung gebracht wird. Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird über einen Transportkanal DN 300 gesammelt und einem Regenklärbecken bei Bau-km 82+095 zugeführt.

Damit eine Direkteinleitung des anfallenden Oberflächenwassers in den Drahtteich vermieden wird, wird im Streckenabschnitt 81+760 bis 82+095 das anfallende Oberflächenwasser der B 404 in einer straßenbegleitenden Muldenentwässerungsrinne aus Betonsteinen gesammelt und über Straßenabläufen einem Transportkanal DN 500 zugeführt. Dieser Entwässerungskanal transportiert das Regenwasser zum Regenklärbecken bei Bau-km 82+095.

Die geplante Entwässerung soll im Streckenabschnitt 81+227 bis 82+135 entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über die Bankette und vorhandenen Böschungflächen zur Versickerung gebracht werden. Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird über Mulden und Transportkanälen einem Regenklärbecken bei Bau-km 82+095 zugeführt.

Nach Klärung des Oberflächenwassers der B 404 im Regenklärbecken wird es direkt ohne Rückhaltung in die Ripsbek geleitet.

2.8.4 Flächenbilanz

Für den Streckenabschnitt Bau-km 80+950 bis Bau-km 81+300 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 3.663,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 4.375,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 497,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 215,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung) $215,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{1,99 \text{ l/s}}$

Für den Streckenabschnitt Bau-km 81+300 bis Bau-km 81+760 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 3.825,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 5.858,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Rastplatz	~ 2.455,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 616,00 m ²
Minderversiegelung	~ 1.038,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Minderversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung:

Fahrbahn (Minderversiegelung) $1.038,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{-9,60 \text{ l/s}}$

Für den Streckenabschnitt Bau-km 81+760 bis Bau-km 82+135 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 3.113,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 5.155,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 522,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 1.520,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung) $1.520,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \quad \mathbf{14,06 \text{ l/s}}$

2.8.5 Berechnung Bemessungsabfluss

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (80+950 – 81+300), Entwässerung über westliche Böschung		
Fahrbahn (gepl.)	4.375,00 m ²	A _E
Entwässerungsrinne (gepl.)	175,00 m ²	A _E
Σ	4.550,00 m²	A_E

Abfluss:

B 404 (80+950 – 81+300), Entwässerung über westliche Böschung

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$4.375,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	40,48 l/s
Entwässerungsrinne (gepl.)	$175,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	1,62 l/s

Abfluss	Σ	42,10 l/s
----------------	----------------------------	------------------

Einleitmenge

Der Abfluss der Fahrbahn und Entwässerungsrinne der B 404 wird über die geplante Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (81+300 – 81+760), Entwässerung über östliche Böschung

Fahrbahn (gepl.)	5.858,00 m ²	A_E
Mulde (gepl.)	916,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	690,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	669,00 m ²	A_E
Σ	8.133,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (81+300 – 81+760), Entwässerung über östliche Böschung

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$5.858,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	54,20 l/s
Mulde (gepl.)	$916,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	9,42 l/s
Bankett (gepl.)	$690,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	7,09 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$669,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	6,88 l/s

Σ 77,59 l/s

spezifische Versickerungsraten:

Mulde (gepl.)	$916,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	13,74 l/s
Bankett (gepl.)	$690,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	8,63 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$669,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s-ha} \cdot 10^{-4} =$	10,04 l/s

Σ 32,41 l/s

Abfluss:	$77,59 \text{ l/s} - 32,41 \text{ l/s} =$	45,18 l/s
-----------------	---	------------------

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungs- und Muldenflächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird über die geplante Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (81+760 – 82+135), Entwässerung über östliche Böschung

Fahrbahn (gepl.)	5.155,00 m ²	A_E
Entwässerungsrinne (gepl.)	188,00 m ²	A_E

$$\Sigma \quad 5.343,00 \text{ m}^2 \quad A_E$$

Abfluss:

B 404 (81+760 – 82+135), Entwässerung über östliche Böschung

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$5.155,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	47,69 l/s
Entwässerungsrinne (gepl.)	$188,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	1,74 l/s
Abfluss	Σ	49,43 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss der Fahrbahn und Entwässerungsrinne der B 404 wird über die geplante Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsf lächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird über die vorhandene Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Die Einleitmenge in das Regenklärbecken bei Bau-km 82+095 ergibt sich zu

42,10 l/s
45,18 l/s
49,43 l/s
$\Sigma \quad 136,71 \text{ l/s}$

2.8.5.1. Bewertung der hydraulische Begrenzung im Vorfluter

Grundlage hierfür ist das Merkblatt M 2 des LANU von 2002.

Die Überprüfung der Bagatellgrenze für Bordvollen Abfluss und für Erosion erfolgt für die Einleitstelle Nr. 2.2 bis 2.3 überlagert bei dem Gewässer Nr. 1.10.4, Ripsbek. Die maßgebende Fläche AU der Einleitstelle Nr. 2.3 wird den Berechnungen des Entwässerungsabschnitts 8.9 entnommen.

Überprüfung der Bagatellgrenze für Bordvoller Abfluss:

Einleitstelle 2.2. bis 2.3 (Gewässer Nr. 1.10.4, Ripsbek):

$$\frac{A_U}{A_{E0}} = \frac{(13299\text{m}^2 + 5881\text{m}^2)}{9143913\text{m}^2} = 0,21\% < 1,00\%$$

Die geplante Einleitung unterschreitet die Bagatellgrenze von 1%.

Überprüfung der Bagatellgrenze für Erosion:

$$A_U (\text{ha}) \cdot 100\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha}) < A_{E0} (\text{km}^2) \cdot 30\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2) = (1,33 + 0,59) \cdot 100 < 9,14 \cdot 30 = 192 \frac{\text{l}}{\text{s}} < 274,20 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Die geplante Einleitung unterschreitet mit Q = 197,17 [l/s] die Bagatellgrenze von 274,20 [l/s].

Nach Merkblatt M 2 des LANU von 2002 werden die Bagatellgrenzen für Bordvollen Abfluss und Erosion eingehalten, so dass kein weiterer Nachweis zu führen ist.

2.8.6 Bemessung Regenklärbecken

Die B 404 gilt als stark befahrener Bundesstraße. Das von den befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser gilt als normal verschmutzt.

Die Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers erfolgt in einem Regenklärbecken. Gemäß den Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation von Schleswig-Holstein muss der Mindestgehalt des Regenklärbeckens 50 m³ betragen. Weiterhin muss für Unfälle zur Leichtstoffrückhaltung ein Ölfangraum von mindestens 30 m³ Inhalt vorhanden sein.

Die horizontale Fließgeschwindigkeit zwischen Beckensohle und Tauchwand soll beim Beckenabfluss (Q_{RKB}) 0,05 m/s nicht überschreiten.

Ständig gefüllte Becken müssen für eine Oberflächenbeschickung von höchstens 10 m³/(m²*h) bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe für eine kritische Regenspende von 15 l/(s*ha) bemessen sein. Der Bemessungsabfluss Q_{RKB} ergibt sich für den Entwässerungsabschnitt 2.8 zwischen Bau-km 80+950 bis Bau-km 82+135 wie folgt:

kritischer Regenabfluss

$$Q_{RKB} = r_{krit} \cdot A_{red} = 15 \frac{l}{s \cdot ha} \cdot 13299 m^2 \cdot 10^{-4} = 19,95 \frac{l}{s}$$

A_{red} ist die befestigte Fläche der angeschlossenen Entwässerungsfläche.

Beckenvolumen

$$V = 3,6 \cdot Q_{RKB} \cdot \frac{h_B}{q_A} = 3,6 \cdot 19,95 \frac{l}{s} \cdot \frac{1,5m}{10 \frac{m}{h}} = 10,773 m^3$$

Als Regenklärbecken wird bei Bau-km 82+095 ein rundes Bauwerk aus Stahlbetonfertigelementen hergestellt. Das Bauwerk erfüllt die Anforderungen an Anlagen gemäß den technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation von Schleswig-Holstein. Der Bau eines Regenklärbeckens als Erdbecken kann aufgrund der örtlichen Zwangspunkte (benachbarte Teichanlage und zu steile Böschungen) nicht gebaut werden.

Das Beckenvolumen des Regenklärbeckens beträgt bis zur Dauereinstauhöhe von 38,28 müNN ca. 50 m³ bei einer Tiefe von 2,20 m.

In der Mitte des Rundbeckens ist ein Zentralrohr aus PEHD mit einem Durchmesser DN 1700 angeordnet. Dieses Rohr steht auf 4 Stützen aus Edelstahl und ist im unteren Bereich 0,75m geöffnet. Im Inneren des Zentralrohres ist der Ablauf mit einem schwimmergesteuerten Drosselschieber DN 200 angeordnet. Der Drosselabfluss wird hier auf $Q_{Dr} = 19,95$ l/s gedrosselt.

Dem Regenklärbecken wird ein Abschlagsbauwerk mit Überfallschwelle vorgeschaltet, so die Regenwassermenge von mehr als 19,95 l/s direkt in die Ripsbek abgeschlagen wird. Eine Rückhaltung ist hier nicht erforderlich.

Das o. g. Zentralrohr dient als schwimmende Tauchwand der Rückhaltung von Leichtstoffen. Das Rohr ragt ab der Dauereinstauhöhe von 38,28 müNN 1,45 cm tief ins Wasser. Die Fläche A_{oben} vor der Tauchwand beträgt bei der

Dauereinstauhöhe von 38,28 müNN 22,36 m². Die maßgebende Tiefe für die Berechnung des Ölfangraumes beträgt 1,35 m (10cm Sicherheitsabschlag). Die Fläche A_{unten} beträgt 22,36 m².

$$V_{\text{Ölfangraum}} = \frac{(A_{\text{oben}} \pm A_{\text{unten}})}{2} \cdot h_{\text{Auffangraum}} = \frac{(22,36\text{m}^2 + 22,36\text{m}^2)}{2} \cdot 1,35\text{m} = 30,19\text{m}^3$$

Die Fläche zwischen Tauchwandunterkante und Beckensohle beträgt A = 4,00 m².

Die horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand ergibt sich wie folgt:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,01995\text{m}^3/\text{s}}{4,00\text{m}^2} = 0,00499\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die Oberflächenbeschickung bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe (A = 24,63 m²) für eine kritische Regenspende von 15 l/(s*ha) ergibt sich wie folgt:

$$q_A = \frac{Q}{A} = \frac{71,82\text{m}^3/\text{h}}{24,63\text{m}^2} = 2,88\text{m}/\text{h}$$

Das Becken erhält folgende Eckdaten:

Art		runder Stahlbetonbehälter aus C 45/55 WU
Beckenvolumen	V	= 50,00 m ³ (bis zur Dauereinstauhöhe)
Tiefe T	T	= 2,20 m
Außendurchmesser	d	= 6,00 m
Leichtflüssigkeitsabscheider		Ölauffangraum V=30,19 m ³ , Tauchwand
Drosselabfluss	Q _{Dr}	19,95 l/s

2.9. Entwässerungsabschnitt 2.9

2.9.1 vorhandene Entwässerungsanlagen

Die Entwässerung des betrachteten Entwässerungsabschnittes erfolgt zwischen **Bau-km 82+135 und Bau-km 82+589**.

Die vorhandenen Entwässerungsanlagen der B 404 und der Anschlussstelle Lütjensee/Grönwohld stellen sich wie folgt dar:

Östliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der Fahrbahnflächen der Rampen (Anschlussstelle)
- Entwässerung der östlichen Bankett-, Böschungs- und Radwegflächen sowie Rampenflächen der Anschlussstelle
- Zwischen Bau-km 82+223 und 82+589 Transportgraben und -mulde entlang der Böschungsunterkante; Anschluss an Transportkanäle DN 400 bis DN 500
- Transportkanal DN 300 bis DN 500 mit Sickerrohrleitung DN 100 zwischen Bau-km 82+223 und 82+589, Anschluss an das Gewässer Ripsbek (Gewässerpflegeverband Bille, Verbands-Nr. 1.10.4)
- Unterführung Ripsgraben bei Bau-km 82+138 mittels Brückebauwerk

- Teilweise Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers

Westliche Fahrbahnseite:

- Entwässerung der Fahrbahnflächen
- Entwässerung der Fahrbahnflächen der Rampen (Anschlussstelle)
- Entwässerung der westlichen Bankett- und Böschungflächen
- Zwischen Bau-km 82+223 und 82+589 Transportgraben und –mulde entlang der Böschungsunterkante; Anschluss an Transportkanäle DN 400 bis DN 500
- Transportkanal DN 300 bis DN 500 mit Sickerrohrleitung DN 100 zwischen Bau-km 82+223 und 82+589, Anschluss an Durchlass DN 500 bei Bau-km 82+250
- Teilweise Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers

2.9.2 Untergrundverhältnisse

Im Streckenabschnitt 82+227 bis 82+589 verläuft die B 404 in Einschnittslage.

2.9.3 geplante Entwässerungsanlagen

Der vorhandene Radweg wird zurückgebaut.

Der Ausbau der B 404 erfolgt durch beidseitige Fahrbahnrandverbreiterung und Vollausbau der vorhandenen Fahrbahnflächen.

Damit eine Direkteinleitung des anfallenden Oberflächenwassers in den Drahtteich vermieden wird, wird im Streckenabschnitt 82+135 bis 82+227 das anfallende Oberflächenwasser der B 404 in einer straßenbegleitenden Muldenentwässerungsrinne aus Betonsteinen gesammelt und über Straßenabläufen einem Transportkanal DN 300 bzw. DN 500 zugeführt. Dieser Entwässerungskanal transportiert das Regenwasser zum Regenklärbecken bei Bau-km 82+190.

Die geplante Entwässerung soll im Streckenabschnitt 82+135 bis 82+589 entsprechend dem Ist-Zustand breitflächig über die Bankette und vorhandenen Böschungflächen zur Versickerung gebracht werden. Nicht versickerungsfähiges Niederschlagswasser wird über Mulden und Transportkanälen einem Regenklärbecken bei Bau-km 82+190 zugeführt.

Nach Klärung des Oberflächenwassers der B 404 im Regenklärbecken wird es direkt ohne Rückhaltung in die Ripsbek geleitet.

2.9.4 Flächenbilanz

Für den Streckenabschnitt Bau-km 81+760 bis Bau-km 82+227 ergibt sich folgende Flächenbilanz :

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 763,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 797,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 109,00 m ²
Entsiegelung	~ 75,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung:

Fahrbahn (Minderversiegelung)	$75,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	-0,69 l/s
-------------------------------	---	------------------

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschung (82+227 bis 82+589):

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 1.150,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 1.156,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 642,00 m ²
Entsiegelung	~ 636,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschung:

Fahrbahn (Entsiegelung)	$636,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	-5,88 l/s
-------------------------	--	------------------

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschung (82+223 bis 82+589):

Flächenbilanz:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.850,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 2.948,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 98,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mehreinleitung B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschung:

Fahrbahn (Mehrversiegelung)	$98,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,91 l/s
-----------------------------	---	-----------------

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschung (82+223 bis 82+380):

Flächenbilanz:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 1.608,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 1.634,00 m ²
gepl. Rückbau vorh. Radwegfläche	~ 256,00 m ²
Entsiegelung	~ 230,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Entsiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mindereinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschung:

Fahrbahn (Entsiegelung)	$230,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	-2,13 l/s
-------------------------	--	------------------

Flächenbilanz B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschung (82+223 bis 82+400):

Die geplante Verbreiterung der B 404 wird durch den Rückbau der versiegelten Radwegflächen entschärft.:

vorh. Fahrbahnfläche B 404	~ 4.800,00 m ²
gepl. Fahrbahnfläche B 404	~ 4.863,00 m ²
Mehrversiegelung	~ 63,00 m²

In dem betrachteten Streckenabschnitt kommt es zu einer Mehrversiegelung von befestigten Flächen und entsprechender Mehreinleitung im Vergleich zum Bestand.

Berechnung Mindereinleitung B 404, AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 3, Entwässerung über östliche Böschung:

Fahrbahn (Entsiegelung) $63,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} = \mathbf{0,58 \text{ l/s}}$

2.9.5 Berechnung Bemessungsabfluss

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (82+135 – 82+227), Entwässerung über östliche Böschung		
Fahrbahn (gepl.)	797,00 m ²	A _E
Entwässerungsrinne (gepl.)	46,00 m ²	A _E
Σ	843,00 m²	A_E

Abfluss:

B 404 (82+135 – 82+227), Entwässerung über östliche Böschung		
Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$797,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	7,37 l/s
Entwässerungsrinne (gepl.)	$46,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	0,43 l/s
Abfluss	Σ	7,80 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss der Fahrbahn und Entwässerungsrinne der B 404 wird über die geplante Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E:

B 404 (82+223 bis 82+589), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen		
Fahrbahn (gepl.)	1.156,00 m ²	A _E
Mulde (gepl.)	198,00 m ²	A _E
Bankett (gepl.)	264,00 m ²	A _E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.280,00 m ²	A _E
Σ	3.898,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (82+223 – 82+589), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen		
Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$1.156,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	10,70 l/s
Mulde (gepl.)	$198,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,04 l/s

Bankett (gepl.)	$264,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,71 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.280,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	23,44 l/s
	Σ	38,89 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Mulde (gepl.)	$198,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,97 l/s
Bankett (gepl.)	$264,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,30 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.280,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	34,2 l/s
	Σ	40,47 l/s
Abfluss:	$38,89 \text{ l/s} - 40,47 \text{ l/s} =$	-1,58 l/s

Einleitmenge

Da die Versickerungsraten größer als der Abfluss sind, kann das Niederschlagswasser vollständig breitflächig versickern. Es kommt zu keinem Abfluss.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (82+223 – 82+589), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen		
Fahrbahn (gepl.)	2.948,00 m ²	A_E
Mulde (gepl.)	319,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	308,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.114,00 m ²	A_E
	Σ	5.689,00 m² A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (82+223 – 82+589), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 4, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen		
Regenabfluss:		
Fahrbahn (gepl.)	$2.948,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	27,27 l/s
Mulde (gepl.)	$319,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,28 l/s
Bankett (gepl.)	$308,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,17 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.114,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	21,73 l/s
	Σ	55,45 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Mulde (gepl.)	$319,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	4,79 l/s
Bankett (gepl.)	$308,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,85 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.114,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \cdot 10^{-4} =$	31,71 l/s
	Σ	40,35 l/s
Abfluss:	$55,45 \text{ l/s} - 40,35 \text{ l/s} =$	15,10 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsf lächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird über die vorhandene Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (**82+223 – 82+380**), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen

Fahrbahn (gepl.)	1.634,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	223,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.396,00 m ²	A_E
Σ	4.253,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (**82+223 – 82+380**), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 2, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$1.634,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	15,12 l/s
Bankett (gepl.)	$223,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,29 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.396,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	24,63 l/s
Σ		42,04 l/s

spezifische Versickerungsraten:

Bankett (gepl.)	$223,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,79 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.396,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	35,94 l/s
Σ		38,73 l/s

Abfluss: 42,04 l/s – 38,73 l/s = **3,31 l/s**

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsf lächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird über die vorhandene Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Berechnung des Bemessungsabfluss

Abflusswirksame Einzugsgebietsfläche A_E :

B 404 (**82+223 – 82+400**), AS Lütjensee/Grönwohld Rampe 3, Entwässerung über westliche Böschungsf lächen

Fahrbahn (gepl.)	4.863,00 m ²	A_E
Bankett (gepl.)	262,00 m ²	A_E
Böschung (gepl. u. vorh.)	2.149,00 m ²	A_E
Σ	7.274,00 m²	A_E

Teilflächen Versickerung:

B 404 (**78+720 – 78+750**), AS Lütjensee/Schönberg Rampe 1, Entwässerung über östliche Böschungsf lächen

Regenabfluss:

Fahrbahn (gepl.)	$4.863,00 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	44,99 l/s
Bankett (gepl.)	$262,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	2,69 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.149,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 102,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	22,09 l/s

	Σ	69,77 l/s
spezifische Versickerungsraten:		
Bankett (gepl.)	$262,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 125,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	3,28 l/s
Böschung (gepl. u. vorh.)	$2.149,00 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \cdot 150,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 10^{-4} =$	32,24 l/s
	Σ	35,52 l/s
Abfluss:	$69,77 \text{ l/s} - 35,52 \text{ l/s} =$	34,25 l/s

Einleitmenge

Der Abfluss, der auf den Böschungsflächen der B 404 nicht zur Versickerung kommt, wird über die vorhandene Kanalisation zum Abfluss in das geplante Regenklärbecken geführt.

Die Einleitmenge in das Regenklärbecken bei Bau-km 82+190 ergibt sich zu

7,80 l/s
15,10 l/s
3,31 l/s
34,25 l/s
Σ
60,46 l/s

2.9.6 Bemessung Regenklärbecken

Die B 404 gilt als stark befahrener Bundesstraße. Das von den befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser gilt als normal verschmutzt.

Die Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers erfolgt in einem Regenklärbecken. Gemäß den Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation von Schleswig-Holstein muss der Mindestgehalt des Regenklärbecken 50 m³ betragen. Weiterhin muss für Unfälle zur Leichtstoffrückhaltung ein Ölfangraum von mindestens 30 m³ Inhalt vorhanden sein.

Die horizontale Fließgeschwindigkeit zwischen Beckensohle und Tauchwand soll beim Beckenabfluss (Q_{RKB}) 0,05 m/s nicht überschreiten.

Ständig gefüllte Becken müssen für eine Oberflächenbeschickung von höchstens 10 m³/(m²·h) bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe für eine kritische Regenspende von 15 l/(s·ha) bemessen sein. Der Bemessungsabfluss Q_{RKB} ergibt sich für den Entwässerungsabschnitt 2.8 zwischen Bau-km 80+950 bis Bau-km 82+589 wie folgt:

kritischer Regenabfluss

$$Q_{RKB} = r_{krit} \cdot A_{red} = 15 \frac{l}{s \cdot ha} \cdot 5881 m^2 \cdot 10^{-4} = 8,82 \frac{l}{s}$$

A_{red} ist die befestigte Fläche der angeschlossenen Entwässerungsfläche.

Beckenvolumen

$$V = 3,6 \cdot Q_{RKB} \cdot \frac{h_B}{q_A} = 3,6 \cdot 8,82 \frac{l}{s} \cdot \frac{1,5 m}{10 \frac{m}{h}} = 4,76 m^3$$

Als Regenklärbecken wird bei Bau-km 82+190 ein rundes Bauwerk aus Stahlbetonfertigelementen hergestellt. Das Bauwerk erfüllt die Anforderungen an Anlagen gemäß den technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Analgen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalesation von Schleswig-Holstein. Der Bau eines Regenklärbeckens als Erdbecken kann aufgrund der örtlichen Zwangspunkte (benachbarte Teichanlage und zu steile Böschungen) nicht gebaut werden.

Das Beckenvolumen des Regenklärbeckens beträgt bis zur Dauereinstauhöhe von 37,68 müNN ca. 50 m³ bei einer Tiefe von 2,23 m.

In der Mitte des Rundbeckens ist eine Zentralrohr aus PEHD mit einem Durchmesser DN 1700 angeordnet. Dieses Rohr steht auf 4 Stützen aus Edelstahl und ist im unteren Bereich 0,75m geöffnet. Im Inneren des Zentralrohres ist der Ablauf mit einem schwimmergesteuerten Drosselschieber DN 200 angeordnet. Der Drosselabfluss wird hier auf = Q_{Dr} = 8,82 l/s gedrosselt.

Dem Regenklärbecken wird ein Abschlagsbauwerk mit Überfallschwelle vorgeschaltet, so die Regenwassermenge von mehr als 8,82 l/s direkt in die Ripsbek abgeschlagen wird. Eine Rückhaltung ist hier nicht erforderlich.

Das o. g. Zentralrohr dient als schwimmende Tauchwand der Rückhaltung von Leichtstoffen. Das Rohr ragt ab der Dauereinstauhöhe von 37,68 müNN 1,45 cm tief ins Wasser. Die Fläche A_{oben} vor der Tauchwand beträgt bei der Dauereinstauhöhe von 37,68 müNN 22,36 m². Die maßgebende Tiefe für die Berechnung des Ölfangraumes beträgt 1,35 cm (10cm Sicherheitsabschlag). Die Fläche A_{unten} beträgt 22,36 m².

$$V_{\text{Ölfangraum}} = \frac{(A_{\text{oben}} \pm A_{\text{unten}})}{2} \cdot h_{\text{Auffangraum}} = \frac{(22,36\text{m}^2 + 22,36\text{m}^2)}{2} \cdot 1,35\text{m} = 30,19\text{m}^3$$

Die Fläche zwischen Tauchwandunterkante und Beckensole beträgt A = 4,00 m².

Die horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand ergibt sich wie folgt:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,000882 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{4,00\text{m}^2} = 0,00022 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die Oberflächenbeschickung bezogen auf die Wasserfläche in Ablaufhöhe (A = 24,63 m²) für eine kritische Regenspende von 15 l/(s*ha) ergibt sich wie folgt:

$$q_A = \frac{Q}{A} = \frac{31,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{24,63\text{m}^2} = 1,29 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

Das Becken erhält folgende Eckdaten:

Art		runder Stahlbetonbehälter aus C 45/55 WU
Beckenvolumen	V	= 50,00 m ³ (bis zur Dauereinstauhöhe)
Tiefe T	T	= 2,23 m
Außendurchmesser	d	= 6,00 m
Leichtflüssigkeitsabscheider		Ölauffangraum V=30,19 m ³ , Tauchwand
Drosselabfluss	Q _{Dr}	8,82 l/s

bearbeitet:

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAU- UND VERMESSUNGSWESEN

W. Odermann H. Krause

Lüneburg, 23.09.2013

.....gez. i. A. Jörg Meermöller.....

Dimensionierung von Versickerungsanlagen nach Arbeitsblatt DWA-A138

Mulde für Entwässerungsabschnitt 2.2, Einleitstelle 2.4

angeschlossene reduzierte Fläche A_U : 2.172,00 m²

zur Verfügung stehende Versickerungsfläche A_S : 360 m²

kf-Wert: 5,00E-06 m/s

$r_{15(1)}$: 102,8 l/s*ha

Regenhäufigkeit n: 0,1 1/a

Zuschlagsfaktor f_z : 1,2

notwendiges Speichervolumen $V = [(A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * kf/2] * D * 60 * f_z$

D in min	hN in mm	$r_{D(0,1)}$ in l/(s*ha)	V in m ³
5	10,700	356,1	32,14
10	13,800	230,8	41,43
15	16,100	179,2	48,03
20	18,000	149,7	53,29
30	20,900	116,4	61,72
45	24,400	90,5	71,33
60	27,300	75,7	78,91
90	28,900	53,6	82,11
120	30,200	42,0	84,11
180	32,100	29,8	86,12
240	33,600	23,3	86,39
360	35,800	16,6	85,62
540	38,200	11,8	81,17
720	40,000	9,3	75,41
1440	46,300	5,4	48,45

notwendiges Speichervolumen V [m³] **V= 86,39 m³**

erforderliche Muldentiefe t [m] **t= 0,24 m**

gewählte Muldentiefe t [m] **t= 0,30 m**

Nachweis der Entleerungszeit für n = 1/a

vorh. $t_E = 2 \times z / k_f = 9,60E+04 \text{ sec} = 26,7 \text{ h}$

DWA-A 117, "Bemessung von Regenrückhalteräumen"

Regenrückhalteraum für Einleitstelle 2.1

Wiederkehrzeit T_n in a = 1
Überschreitungshäufigkeit n in 1/a = 0,1

Fließzeit t_f in min = 10
 $q_{dr,r,u}$ in l/sxha = 15,01

f_z = 1,20
 f_a = 1,00

Anwendung des einfachen Verfahrens :

	AU in ha	f_z	f_a	Qdr in l/s	$q_{dr,r,u}$ in l/s*ha	erf. V in m ³
Einzugsgebiet	0,64	1,20	1,00	9,53	15,01	166,49

Gleichung 3

Niederschlag

T = 10			
D in min	h_N in mm	r_n in l/(s*ha)	erf. $V_{s,u}$ in m ³ /ha
5	10,700	356,1	122,79
10	13,800	230,8	155,37
15	16,100	179,2	177,33
20	18,000	149,7	193,96
30	20,900	116,4	219,01
45	24,400	90,5	244,59
60	27,300	75,7	262,19
90	28,900	53,6	250,08
120	30,200	42,0	233,21
180	32,100	29,8	191,71
240	33,600	23,3	143,29
360	35,800	16,6	41,27
540	38,200	11,8	-124,72
720	40,000	9,3	-295,90
1080	43,100	6,7	-646,02
1440	46,300	5,4	-996,14
2880	58,800	3,4	-2.407,01
4320	67,500	2,6	-3.859,35

Gleichung 2

gewählt : RKB Einleitstelle 2.1

Sohlenabmessung :

Fläche $A_{s,min}$ = 160,00 m² (digital ermittelt)
h = 0,85 m
Böschungsneigung 1 : m = 1:2 - 1:5

Oberkantenabmessung :

Fläche $A_{s,max}$ = 253,00 m² (digital ermittelt)

Das gewählte Beckenvolumen beträgt = RKB 175,53 m³ > V erf = 166,49 m³

$Q_{dr} = q_{dr} \times A_E = 9,53 \quad 1,00 \quad 9,530 \text{ l/s}$

$q_{dr,r,u} = Q_{dr}/A_u = 9,530 \quad 0,64 \quad 15,008 \text{ l/sxha}$

Gleichung 4