M&S UMWELTPROJEKT GMBH

www.mus-umweltprojekt.de

Zentrale Plauen

Postanschrift: PF 400250, D-08502 Plauen
Hausanschrift: Pfortenstraße 7, D-08527 Plauen
Telefon: (03741) 57219-0
Telefax: (03741) 57219-40
Email: plauen@mus-umweltprojekt.de

Durch die DAkkS deutsche Akkreditierungsstelle D
nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14319-01-00

Auf der Grundlage der Verwaltungsvereinbarung zwischen der OFD-H und der BAM anerkanntes Ingenieurbüro für Probenahme und Analytik auf Bundesliegenschaften, BAM-Registrier-Nr. 204

Privatrechtliche Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau nach RAP Stra 04

Objekt: **Kiesgrube Luggendorf**

Vorhaben **Neubau einer Deponie DK 1**

Planungsphase: **Genehmigungsplanung**

Hydraulische Berechnungen

Auftraggeber: **PS Bauschutt GmbH**
Reetzer Chaussee 1
19348 Perleberg

Auftragnehmer: M&S Umweltprojekt GmbH

Plauen, den 30.11.2018

Projektleiter: Dipl.-Ing. R. Witz

Projekt -Nr.: 13/09/893 Pl

Inhaltsverzeichnis

1. Abdichtungs- und Entwässerungssysteme 3

2. Bemessungsregen und Abflussbeiwerte 4

3. Sickerwasserbemessung 5

3.1 Eingangswerte zum Sickerwasser 5

3.2 Berechnung der Sickerwassermengen 6

3.3 Bemessung Sickerwasserdrainage 9

3.4 Entsorgung des Sickerwassers 11

4. Oberflächenwasserbemessung 12

4.1 Entwässerungsflächen 12

4.2 Randgraben 12

4.3 Durchlass 13

4.4 Sickermulden 14

Literaturverzeichnis 16

1. Abdichtungs- und Entwässerungssysteme

Für die Deponie Luggendorf sind folgende Abdichtungssysteme (v. o. n. u.) vorgesehen.

Oberflächenabdichtung:
- 20 cm Oberboden mit Begrünung,
- 110 cm Rekultivierungsschicht,
- 1 Lage Drainagematte (KDE),
- 2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn (KDB),
- 25 cm Trag- und Ausgleichsschicht,
- Planum auf Profilierung der Abdeckung / Abfall.

Basisabdichtung:
- 50 cm erste Lage Abfall (Größtkorn < 63 mm),
- 1 Lage Trennvlies,
- 30 cm Kiesdränage,
- 1 Lage Schutzvlies,
- 2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn (KDB),
- 1 m Technische Barriere,
- Planum auf Geländeprofilierung.

Zur Entwässerung der Deponie sind folgende Systeme geplant:

Sickerwasserfassung:
Zur Sickerwasserfassung ist eine 30 cm dicke Kiesdränage mit 9 weitgehend parallel verlaufenden Dränagerohren DN 300 PEHD (da 355 PE 100) als Ableitungselemente auf der Basisabdichtung entsprechend GDA E 2-14 und DIN 19667 vorgesehen.
Das Sickerwasser wird in der Kiesdränage flächig gefasst und mit ≥ 3 % Quergefälle zu den Drainagerohren geleitet.
Die Dränrohre haben ein Längsgefälle von ~1,3 % und führen die gefassten Wässer zielgerichtet aus dem Deponiekörper in die Sammelschächte am östlichen Deponiefuß und weiter in ein anschließendes Sickerwasserspeicherbecken.
Das Sickerwasserbecken ist ein mit Kunststoffdichtungsbahn (KDB) abgedichtetes und abgedecktes Erdbecken mit entsprechender Absaugvorrichtung und den notwendigen Sicherungseinrichtungen. Von dort aus wird das Sickerwasser regelmäßig mit Tankwagen abgepumpt, zur kommunalen Kläranlage abgefahren und dort ordnungsgemäß entsorgt.

Regenwasserfassung:
Das auf der abgedeckten Deponieoberfläche anfallende Regenwasser wird in entsprechend hydraulisch bemessenen sowie erosionssicher ausgebauten Randgräben gefasst und in freiem Gefälle zu drei dezentralen Versickerungsbecken im Norden und Westen der Anlage geleitet.
Die zu entwässernde **Deponiefläche** umfasst **54.830 m²**.

2. Bemessungsregen und Abflussbeiwerte

Im Folgenden werden die Niederschlagsdaten gemäß KOSTRA-DWD 2000 [1] und die Statistik der sklima-Datenbank zur Station Perleberg [2] wie folgt zugrunde gelegt.

Regendauer	D = 15 min,
Regenhäufigkeit	n = 0,2 (T = 5 Jahre)
Bemessungsregenspende	$r_{15,0.2}$ = 152,6 l/s*ha (für Oberflächenwasser)
	$r_{15,1.0}$ = 97,2 l/s*ha (für Sickerwasser)
Regenreihe	gem. KOSTRA-DWD 2000 für Wiederkehrzeit T = 5,0
Jahresniederschlag	maximaler Jahres N = 835 mm (2007)
	mittlerer Jahres N = 600 mm
	größter Monats N = 164 mm (07/2000)
	höchster Tages N = 77 mm (29.06.17)

Zu unterscheiden sind prinzipiell zwei Gefälleverhältnisse - die Geländeneigung I_G auf dem Plateau mit I_G > 7 – 10% sowie die Geländeneigung der Böschungen mit I_G = 33%.

Die Ermittlung des Regenabflusses auf der Deponieoberfläche erfolgt in Anlehnung an das ATV-Regelwerk A 118 [3].

Bei der Berechnung wurde eine Niederschlagsspende $r_{15,1.0,}$ (= 97,2 l/s*ha) auf einer unbefestigten Fläche mit Geländeneigung > 10% zugrunde gelegt. Das Plateau wurde auf der sicheren Seite liegend auch mit I_G > 10% angesetzt. Der Spitzenabflussbeiwert für den jeweiligen Betriebszustand wurde gemäß den „Bautabellen für Ingenieure, Wasser“ [4] ermittelt.

Betriebsphase 1	Ψ = 0,850	(Inbetriebnahme Feld 1, Kiesdränage, Sickerwasser)
Betriebsphase 2	Ψ = 0,500	(Inbetriebnahme Feld 3 und Feld 1+2 in Betrieb, Sickerwasser)
Betriebsphase 3	ψ = 0,300	(gesamt Deponiefläche in Betrieb, Sickerwasser)
Betriebsphase 4	ψ = 0,100	(Zwischenabdeckung, Sickerwasser)
Endzustand OFA	ψ = 0,235	(auf der Deponieabdichtung, Oberflächenwasser)

Der Regenabfluss Q_r von der Deponieoberfläche errechnet sich aus der Bemessungsregenspende $r_{15.0.2}$, dem Abflussbeiwert ψ und der Deponiegrundfläche A_D:

$$\mathbf{Q_r = r_{T15,0.2} \times \varphi_{T,n} \times A_D} \text{ [l/s]}$$

Die Deponiefläche wurde in einzelne Entwässerungsflächen A1 – A11 eingeteilt.

⇒ vgl. Anlage Entwässerungsplan

Die Dimensionierung des Sickerwasserspeicherbeckens erfolgt entsprechend der GDA-Empfehlung E 2-14 und auf Basis der lokalen Bemessungsregenspenden gemäß KOSTRA-DWD sowie nach den Merkblättern Nr. 3.6/4 "Ableitung und Speicherung von Deponiesickerwasser" des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (Stand 09.09.1999) sowie Nr. 4.5/2-51 "Hinweise zu Anhang 51 zur Abwasserverordnung (Oberirdische Ablagerung von Abfällen)" des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand 01.11.2011).

3. Sickerwasserbemessung

3.1 Eingangswerte zum Sickerwasser

Deponiegrundfläche: **54.830 m²**

Dränageflächen: 20.280 m² (Feld 1)
18.350 m² (Feld 2)
16.200 m² (Feld 3)

Sickerwasseranfall:
- 1 mm/d = 10 m^3/ha*d (n. GDA 2-14 [8])
- 10 mm/d = 100 m^3/ha*d (n. GDA 2-14 [8])
- 1-jährlich wiederkehrendes 72h – Niederschlagsereignis $r_{(72h,1a)}$ (n. [5+6])
- größter Monats N = 164 mm multipliziert mit Abflussbeiwert
- mittlerer Jahres N von 600 mm multipliziert mit Abflussbeiwert
- 25% vom maximalen Jahres N = 835 mm (gilt nur für geringe Abfallhöhe)

Drainagebemessung
- Abflussereignis 6 l/s*ha (n. DIN 19667 [7])

- Bemessungsregenspende $r_{(15min,1a)}$ = 97,2 l/s*ha + 10%
- höchster Tagesniederschlag N = 77 mm

3.2 Berechnung der Sickerwassermengen

Folgende maßgebliche Bemessungsszenarien sind zu betrachten:

1. Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 1, Feld 2 und 3 mit Regenwasserablauf zur Sickermulde über einen Bypass im SW-Schacht.

2. Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 3, Feld 1 und 2 mindestens halb verfüllt (> 5 m Einbauhöhe).

3. Abfalleinlagerung auf der gesamten Deponie in den Feldern 1 - 3.

4. Deponie mit Zwischenabdeckung nach der Abfallablagerung.

Folgende Sickerwassermengen können dabei anfallen:

a) Sickerwasseranfall normal mit 1 mm/d

b) Sickerwasseranfall hoch mit 10 mm/d

c) Regenwasseranfall bei Dreitageregen $r_{(72h,1a)}$ mit 45 mm und 10% Sicherheitszuschlag

d) Regenwasseranfall hoch mit größtem Monats N von 164 mm

e) Sickerwasseranfall hoch mit 25% von größtem Jahres N (gilt nur für geringe Abfallhöhe)

f) mittlerer Jahres N von 600 mm multipliziert mit Abflussbeiwert

Szenario 1 (Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 1)

Sickerwasseranfall normal mit 1 mm/d
$Q_{sw\ 1a}$ = 10 m³/ha x 2,03 ha = 20,3 m³ am Tag

Sickerwasseranfall hoch mit 10 mm/d
Q sw $_{1b}$ = 100 m³/ha x 2,03 ha = **203 m³ am Tag**

Sickerwasseranfall hoch mit $r_{(72h,1a)}$ und 10% Sicherheitszuschlag
Q sw $_{1c}$ = 45 mm x 1,1 x 0,85 x 20.280 m² = 853 m³ in drei Tagen

Sickerwasseranfall hoch mit größtem Monats N von 164 mm
Q sw $_{1d}$ = 0,164 m x 0,85 x 20.280 m² = 2.827 m³ im Monat

Sickerwasseranfall hoch mit 25% vom größten Jahres N
Q sw $_{1e}$ = 0,25 x 835 mm x 20.280 m² = 4.233 m³ im Jahr

Szenario 2 (Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 3, Feld 1 und 2 ca. halb verfüllt)

Sickerwasseranfall kombiniert aus hoch 10 mm/d für Feld 3 und normal 1 mm/d für Feld 1+2
Q sw $_{2ab}$ = 100 m³/ha x 1,620 ha + 10 m³/ha x 3,863 ha = 200,6 m³ am Tag

Sickerwasseranfall hoch mit $r_{(72h,1a)}$ zzgl. 10% SZ, Abfluss kombiniert für die Felder 1-3
Q sw $_{2c}$ = 45 mm x 1,1 x (0,85 x 16.200 m² + 0,3 x 38.630 m²) = **1.255 m³ in drei Tagen**

Sickerwasseranfall hoch mit größtem Monats N von 164 mm
Q sw $_{2d}$ = 0,164 m x 0,5 x 54.830 m² = **4.496 m³ im Monat**

Sickerwasseranfall hoch mit 25% des max. Jahres N für Feld 1-3
Q sw $_{2e}$ = 0,25 x 835 mm x 54.830 m² = **11.445 m³ im Jahr**

Szenario 3 (Abfalleinlagerung auf der gesamten Deponie in den Feldern 1 – 3, ca. halb verfüllt)

Sickerwasseranfall normal mit 1 mm/d
Q sw $_{3a}$ = 10 m³/ha x 5,483 ha = 54,8 m³ am Tag

Sickerwasseranfall hoch mit $r_{(72h,1a)}$ und 10% Sicherheitszuschlag
Q sw $_{3c}$ = 45 mm x 1,1 x 0,3 x 54.830 m² = 814 m³ in drei Tagen
Sickerwasseranfall hoch mit größten Monats N von 164 mm
Q sw $_{3d}$ = 0,164 m x 0,3 x 54.830 m² = 2.697 m³ im Monat

Sickerwasseranfall normal bei mittlerem Jahres N von 600 mm
Q sw $_{3f}$ = 0,600 m x 0,3 x 54.830 m² = 9.870 m³ im Jahr

Szenario 4 (Betriebszustand nach der Abfalleinlagerung, Deponie mit Zwischenabdeckung)

Sickerwasseranfall normal mit 1 mm/d
Q sw $_{4a}$ = 10 m³/ha x 0,1 x 5,483 ha = 5,5 m³ am Tag

Sickerwasseranfall hoch mit $r_{(72h,1a)}$ und 10% Sicherheitszuschlag
Q sw $_{4c}$ = 45 mm x 1,1 x 0,1 x 54.830 m² = 271 m³ in drei Tagen

Sickerwasseranfall hoch bei größten Monats N von 164 mm
Q sw $_{4d}$ = 0,164 m x 0,1 x 54.830 m² = 899 m³ im Monat

Sickerwasseranfall normal bei mittlerem Jahres N von 600 mm
Q sw $_{4f}$ = 0,600 m x 0,1 x 54.830 m² = 3.290 m³ im Jahr

Die maximalen Sickerwassermengen ergeben sich danach wie folgt:

Für den Betriebszustand "Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 1" (**Szenario 1**) ergibt sich das höchste Sickerwasseraufkommen am Tag wie folgt:

Sickerwasseranfall = **maximal 203 m³ am Tag**,

Für den Betriebszustand "Beginn der Abfalleinlagerung im Feld 3, Feld 1 und 2 sind ca. halb verfüllt" (**Szenario 2**) ergeben sich die höchsten Sickerwasseraufkommen in drei Tagen, im Monat und im Jahr wie folgt:

Sickerwasseranfall = **maximal 1.255 m³ in drei Tagen**,

= **maximal 4.496 m³ im Monat**,

= **maximal 11.445 m³ im Jahr**.

Für den Regelbetrieb "Abfalleinlagerung auf der gesamten Deponie in den Feldern 1 – 3" (**Szenario 3**) ist von einem durchschnittlichem Sickerwasseraufkommen von

normal 9.870 m³ im Jahr auszugehen.

Damit kann das ca. 35x35 m große und mit ca. 1.225 m² geplante Sickerwasserbecken mit einem maximalen Speichervolumen von netto 1.500 m³ bei maximaler Stauhöhe von 1,5 m (1.000 m³ ohne Freibord, Höhe 1,0 m) alle Belastungsfälle sicher aufnehmen.

Im Extremfall allerdings (hier das 72h - Ereignis) müsste das Becken je nach vorherigem Füllstand bereits während, aber zumindest gleich nach dem Regenereignis entleert werden.

Maximal muss das Becken jedoch bei normalem Jahresniederschlagsaufkommen höchstens **12mal im Jahr** entleert werden.

Bei Normalbetrieb wird sich ein durchschnittlicher Sickerwasseranfall von **~ 31 m³ am Tag** ergeben (11.445 m³ / 365), so dass das Sickerwasserbecken i.d.R. für einen vollen Monat aufnahmefähig ist.

Der durchschnittliche Entleerungszyklus ergibt danach wohl mit einmal pro Woche und ca. 220 m³ Sickerwasser. Bei periodisch größerem Sickerwasseranfall sind Entleerungshäufigkeit und -mengen selbstverständlich entsprechend anzupassen bzw. zu erhöhen.

3.3 Bemessung Sickerwasserdrainage

Systemdaten

Das Einbaufeld 1 hat die größte Grund- bzw. Einzugsfläche von 20.280 m² mit 3 Drainagefeldern.

Die Dränrohre DN 300 haben auf einer maximalen Länge von ~170 m ein Längsgefälle von 1,3 %.

Das Quergefälle der Kiesdränage beträgt ≥ 3 % bei Zulauflängen auf der Sohle von i. M. 15 m.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) der geplanten 30 cm dicken Kiesdränage muss langfristig ≥ $1x10^{-2}$ m/s sein.
Der Porenraum des dafür vorgesehenen Kiesmaterials 16/32 mm beträgt ~25 % (Porosität).

Das größte Drainagefeld hat eine Einzugsfläche von ~6.500 m² und eine Sohlfläche von ~5.100 m².

Sickerwasserabflussmengen

1) Bemessungsabfluss in der Dränage mit 6 l/s x ha nach DIN 19667
$Q_{drän\ 1}$ = 6 l/s*ha x 0,85 x 2,03 ha = 10,35 l/s

2) Abflussereignis bei höchstem Tages N von 77 mm
$Q_{drän\ 2}$ = 77 mm/d x 0,85 x 20.280 m² / 86.400 s = 15,36 l/s

3) Sickerwasserabfluss beim Bemessungsregen $r_{(15min,1a)}$ von 97,2 l/s*ha gem. KOSTRA-DWD
$Q_{drän\ 3}$ = 97,2 l/s*ha x 1,1 x 0,85 x 2,03 ha = 184,5 l/s

Berechnungsnachweise

Der maximale Drainageabfluss über die Dränrohre beträgt bei beidseitigem Zufluss mit ~ 3 % Quergefälle (k_f-Wert x Quergefälle x beidseitige Schnittfläche der Dränage)

$Q_{drän\ max} = k_f * i * A$ = 0,01 m/s x 0,03 x 0,3 m x 2 x 170 m = **30,6 l/s**.

Die maximale Abflussleistung des HDPE-Drainagerohres **da 355** (~ DN 300), Kreisprofil mit k = 0,75 mm, Gefälle 13 ‰, beträgt gemäß der Berechnungsformel nach Prandtl/Colebrook

Q_{ist} = **123 l/s** > $Q_{drän\ max}$.

Beim Bemessungsregen $r_{(15min,1a)}$ von 97,2 l/s*ha ergibt sich ein maximaler Aufstau in der Dränage wie folgt (vereinfachter Nachweis für einen Drainagestrang):

h_{max} = [(Regenmenge x Abflussbeiwert x Einzugsfläche) - Dränrohrabfluss] / Sohlfläche x Porenraum
= $[(r_{max} \times f_s \times \psi \times A_1) - Q_{drän}] \times T\ 15\ min / A_2 \times 0{,}25$
= [(97,2 l/s*ha x 1,1 * 0,85 x 0,65 ha) – 30,6] * 900 s / 0,51 ha x 0,25 = **2,1 cm**.

Zusammenfassend kann somit für die Sickerwasserdränage festgestellt werden, dass
- die Abflussleistung der geplanten Drainagerohre da 355 sicher ausreichend ist (~ 25% Auslastung),
- die Aufstauhöhe in der Drainage von 2,1 cm nur sehr gering ist (< 10% Auslastung) und somit die abweichend geplante reduzierte Einbauhöhe der Drainage von 30 cm dauerhaft ausreichend ist,
- mit dem geplanten Drainagesystem der ordnungsgemäße Sickerwasserablauf und keinerlei Einstau in die Abfälle sichergestellt ist.

3.4 Entsorgung des Sickerwassers

Das Sickerwasser wird regelmäßig mit Tankwagen abgepumpt, zur kommunalen Kläranlage abgefahren und dort ordnungsgemäß entsorgt. Dabei ist folgende Sickerwasserbelastung gemäß der Kläranlagensatzung einzuhalten und durch halbjährliche Deklarationsanalysen nachzuweisen.

Tabelle: Prognose der Sickerwasserqualität

Parameter	**Kläranlage WAZVP**	**Sickerwasser DK I**
Temperatur	bis 35° C	-
pH-Wert	6,5 – 9,5	7,0 – 8,5
absetzbare Stoffe nach 0,25 h Absetzzeit	1,5 ml/l	1,5 mg/l
abfiltrierbare Stoffe	500 mg/l	500 mg/l
Kohlenwasserstoffe gesamt, DIN 38 409 Teil 18	20 mg/l	20 mg/l
Kohlenwasserstoffe direkt abscheidbar, DIN 38 409 Teil 19	10 mg/l	10 mg/l
AOX (adsorbierbare org. Halogenverb.), DIN 38 409 H14	0,5 mg/l	0,02 mg/l
LHKW (leichtflüchtige halogenierte KW), DIN 38 407 F5	0,25 mg/l	0,25 mg/l
CSB (Chem. Sauerstoffbedarf), homog., DIN 38 409 H41	900 mg/l	250 mg/l
TOC (Total organic Carbin), DIN 38 409 H3	400 mg/l	400 mg/l
Sulfat (SO_4)	300 mg/l	300 mg/l
Phosphor gesamt (PO_4-P)	10 mg/l	10 mg/l
Chlorid (Cl)	400 mg/l	400 mg/l
Sulfid (S)	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Stickstoff gesamt	50 mg/l	50 mg/l
Ammonium-N	30 mg/l	30 mg/l
Arsen (As)	0,05 mg/l	0,04 mg/l
Blei (Pb)	0,3 mg/l	0,01 mg/l
Cadmium (Cd)	0,03 mg/l	0,005 mg/l
Chrom, gesamt (Cr)	0,3 mg/l	0,01 mg/l
Kupfer (Cu)	0,5 mg/l	0,01 mg/l
Nickel (Ni)	0,3 mg/l	0,01 mg/l
Quecksilber (Hg)	0,008 mg/l	0,005 mg/l
Zink (Zn)	0,1 mg/l	0,1 mg/l
Eisen	5,0 mg/l	5,0 mg/l
Mangan	1,0 mg/l	0,5 mg/l
sowie die im Regelwerk Arbeitsblatt A 115 benannten Stoffe		

4. Oberflächenwasserbemessung

4.1 Entwässerungsflächen

Bezeichnung	Fläche [m²]
A 1	9.018,7
A 2	344,3
A 3	4.747,7
A 4	2.783,5
A 5	2.788,2
A 6	2.652,0
A 7	3.487,2
A 8	5.914,5
A 9	9.326,3
A 10	10.341,4
A 11	505,4

Maximaler Entwässerungsbereich:

A_{max} = A3 + A4 + A8 + A9 = 4.747,7 + 2.783,5 + 5.914,5 + 9.326,3 = **22.772,0 m²**

4.2 Randgraben

Grabenquerschnitt:

- Trapezquerschnitt,
- Sohlbreite b_{So} = 0,30 m
- Grabentiefe t = 0,30 m
- Neigung der Grabenböschung 1:2
- Gefälle I_{so} ≥ 1,5 %

Bemessen wird das maßgebliche Grabenteilstück mit der größten angeschlossenen Entwässerungsfläche.

Abflussmenge:

- angeschlossene Flächen A3 + A4 + A8 + A9
- Einzugsfläche gesamt: 4.747,7 + 2.783,5 + 5.914,5 + 9.326,3 = 22.772,0 m² [A_{max}]
- Abflussmenge gesamt: Q_r = 2,2772 ha * 0,235 * 152,6 l/s*ha = **81,66 l/s**

Bemessung:

Graben	Iso	Iso/100	**Hw**	b_{so}	Bösch.	Bwsp	lu	Aw	rhy	rhy 2/3	k_{st}	v	**Qw**	Tau,m
	[%/]	[-]	**[m]**	[m]	1:m	[m]	[m]	[m^2]	[m]	[$m^{2/3}$]	[$m^{1/3}/s$]	[m/s]	**[l/s]**	[N/m^2]
RG soll	1,500	0,015	**0,1800**	0,30	2,0	1,020	1,105	0,1188	0,108	0,226	25	0,6923	**82,24**	16,1
RG max	1,500	0,015	**0,3000**	0,30	2,0	1,500	1,642	0,2700	0,164	0,300	25	0,9191	**248,16**	24,7

Damit ist Q_{ist} = **248,16 l/s** >> Q_{soll} = 81,66 l/s.

Bei Q_{soll} ergibt sich ein Wasserstand von maximal 18 cm im Randgraben.

Gewählte Sohlbefestigungen gemäß angesetztem Manning/ Strickler Beiwert k_{st} und errechneter Sohlenschubspannung τ_m:

- mittlere Wand-/Sohlschubspannung $\tau_m \leq 30$ N/m²: Erdgraben ausreichend → gewählt Schotter.

4.3 Durchlass

Die Straßendurchlässe werden mit einem Stahlbetonrohr DN 400 hergestellt. Die Abflussleistung des Rohres bei einem Mindestgefälle von 1,5 % ergibt sich wie folgt:

Bemessung / Rohrhydraulik für Kreisprofile bei Vollfüllung

Eingaben:

DN [m]	**400**	0,4		Nenndurchmesser
I_E [‰]	15	0,015		Energie- / Sohlgefälle
k_b [mm]	1,5	0,0015		Rauhigkeit des Rohres

Ergebnisse: Vollfüllung

A =	0,13	m^2		Rohrquerschnitt voll
v =	2,05	m/s		Fließgeschwindigkeit
Q =	**257,42**	l/s		Abflussmenge

Damit ist Q_{ist} = **257,42 l/s** >> $Q_{soll.}$ = 81,66 l/s.

4.4 Sickermulden

In das am meisten beanspruchte Sickerbecken (Fläche 25x8x1 m) entwässern 22.772 m² Deponiefläche (A3, A4, A8, A9) und 200 m² Beckenfläche.

Die angeschlossene Fläche ergibt sich zu:

$A_u = 22.772\ m^2 * 0{,}235 + 200\ m^2 = 5.551{,}4\ m^2$

Das erforderliche Speichervolumen berechnet sich gemäß ATV A 138 nach der Formel

$V_{erf} = (A_U * 10^{-3} * r_{D(N)} - Q_S) * D * 60 * f_Z$,

wobei Q_S zunächst aus der Beziehung $Q_S = A_U * q_S$ ermittelt wird.

A_U = 0,5552 ha
q_S = 19,0 l/(s*ha), bei $k_f = 2{,}0 * 10^{-4}$ m/s
f_Z = 1,15 (Risikomaß mittel)

Entsprechend der Niederschlagsdauer und -spende ergeben sich die folgenden Speichervolumina:

Niederschlagsdauer	**Niederschlagsspende**	**erforderliches Speichervolumen**
D [min]	r [l/s ha] bei n = 0,2	V [m³]
5	235,0	41,37
10	182,4	62,60
15	152,6	76,77
20	132,3	86,81
30	105,9	99,87
45	82,9	110,16
60	68,9	**114,70**
90	50,2	107,57
120	40,0	96,54
180	29,1	69,65
240	23,3	39,53
360	16,9	-28,96
540	12,3	-138,60
720	9,8	-253,76
1080	7,3	-484,07

Das erforderliche Speichervolumen beträgt somit ca. **115 m³**.

Damit ist das **V_{ist} = 120 m³** > V_{soll} = 115 m³.

Nachweis der Versickerungsrate:

Es wurde mit einer mittleren Versickerungsrate von

$Q_{Sgew} = q_S * A_U$ = 19 l/(s*ha) * 0,5552 ha = 10,55 l/s = 0,01055 m³/s

gerechnet.

Das Beckenvolumen beträgt 120 m³, bei einer Versickerungsfläche von 160 m².

Für die Versickerungsrate gilt:

$Q_S = A_{Versickerungsfläche} * k_f/2 = 160 * 2 * 10^{-4} / 2 =$ **0,0160 m³/s > 0,01055 m³/s** $= Q_{Sgew}$

Damit ist die Sickerleistung größer als die Sickerrate und die Beckengröße ausreichend.

Literaturverzeichnis

[1] KOSTRA-DWD 2000

[2] sklima-Datenbank

[3] ATV-DVWK-A 118, A138

[4] Bautabellen für Ingenieure, Werner Verlag

[5] Merkblatt Nr. 3.6/4 "Ableitung und Speicherung von Deponiesickerwasser" des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (Stand 09.09.1999)

[6] Merkblatt Nr. 4.5/2-51 "Hinweise zu Anhang 51 zur Abwasserverordnung (Oberirdische Ablagerung von Abfällen)" des Bayerischen Landesamtes für Umwelt

[7] DIN 19667

[8] GDA E 2-14

Anlage

Niederschlagsdaten Raum Perleberg

und

Lageplan Entwässerungsflächen