Anlage 4 – Planfeststellungsantrag

Deponie Duben

Hydraulische Berechnungen

Projekt-Nr.: 16 049 01
vom Februar 2018

Bearbeiter: B. Eng. Christian Haupt
B. Eng. Martin Lehmann

verantwortlich: Dipl.-Ing. Andreas Müller

Auftraggeber:

Matthäi Rohstoff GmbH & Co.KG,
Am Georgschacht 16,
31655 Stadthagen

Inhaltsverzeichnis

Seite

Berichtstext 1

1 Veranlassung 2

2 Hydraulische Bemessung der Basisentwässerung 3

2.1 Bestandteile der Basisentwässerung 3

2.2 Maßgebliche Regenspende und -abfluss 3

2.3 Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht 4

2.4 Bemessung der Sickerwasserleitungen 6

2.5 Bemessung der Sickerwasserpumpen und Druckleitung 6

2.5.1 S1-Ost - SSB 7

2.5.2 S1-West - SSB 8

2.6 Bemessung des Sickerwassersammelbehälters (SSB) 8

3 Hydraulische Bemessung der Oberflächenentwässerung 11

3.1 Bestandteile der Oberflächenentwässerung 11

3.1.1 Bemessung des Kunststoff-Dränelements 11

3.2 Maßgebliche Regenspende und -abfluss 11

3.3 Nachweis des Abflussvermögens der Randgrabenrohre 12

3.4 Nachweis des Volumens des Versickerungsbecken 13

Verzeichnisse V

Abkürzungsverzeichnis 1

Abbildungsverzeichnis 2

Literaturverzeichnis 3

Anhang ..... A

Anhang 1: Lageplan Sickerwasserfassung 1

Anhang 2: Gleichwertigkeitsnachweis Entwässerungsschicht 2

Anhang 3: Listenrechnung Sickerwassersammler und -transportleitungen 3

Anhang 4: Auslegung der Druckleitung S10/S1W - IDM/SSB 4

Anhang 5: Lageplan Oberflächenwasserfassung (OK Rekultivierung) 5

Anhang 6: Dränelement-Ableitvermögen 6

Anhang 7: Abflussmengen Oberflächenabdichtung.....7
Anhang 8: Listenrechnung Randgraben Oberflächenwasser 8
Anhang 9: Dimensionierung Versickerungsbecken.....9

BERICHTSTEXT

1 Veranlassung

Für das Bauvorhaben Deponie Duben sind Elemente zur Fassung und Ableitung von Sickerwasser und Niederschlagswasser vorgesehen.

In den nachfolgenden Kapiteln erfolgen die hydraulischen Berechnungen bzw. Nachweise für die einzelnen Entwässerungssysteme, getrennt nach:

- Basisentwässerung
- Oberflächenentwässerung

Die Berechnungen erfolgen unabhängig davon, dass die Herstellung Oberflächenentwässerung erst im Zuge der Deponiestilllegung (Oberflächenabdichtung) zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt.

2 Hydraulische Bemessung der Basisentwässerung

2.1 Bestandteile der Basisentwässerung

Die Basisentwässerung besteht aus folgenden Komponenten:

- mineralische Entwässerungsschicht gemäß [1] und [2]
- Sickerwassersammler (Vollsickerrohr: PE 100, d_a = 315/355 mm, SDR 11) oberhalb der Basisabdichtung
- Sickerwasserschächte und -leitungen als Vollrohrleitungen (Transportleitung: PE 100, d_a = 355 mm, SDR 17) zur Ableitung des Sickerwassers
- Druckleitung (d_a = 200/250 mm) zum Sickerwassersammelbehälter (SSB)

Die für die Berechnungen maßgeblichen geometrischen Verhältnisse, wie Einzugsflächen, Haltungs- und Ableitungslängen sind dem Plan in Anhang 1 zu entnehmen.

2.2 Maßgebliche Regenspende und -abfluss

Für die Dimensionierung der Sickerwasserfassungselemente und der Wahl der maßgeblichen Regenspende sind gemäß [4] zwei Verfüllzustände zu unterscheiden:

- Betriebsbeginn – geringe Abfallüberdeckung
- Betriebszustand – offene Abfallfläche

Die intensiven, aber kurzen Niederschlagsereignisse bei Betriebsbeginn sind für die hydraulische Bemessung der Sickerleitungen, der Sammelleitungen sowie der Pumpen zu berücksichtigen. Am Standort Duben ergibt sich unter Berücksichtigung der Vorgaben aus [3] und [4] für die hydraulische Maximalbelastung folgende maßgebliche Regenspende:

Regenhäufigkeit	n	=	1 1/a
Mindestregendauer	T_{min}	=	15 min
Regenspende	$r_{15,1}$	=	118,8 l/(s*ha)

Der Spitzenabflussbeiwert bei geringer Abfallfallüberdeckung wird in Anlehnung an den in [7] Tabelle 1 angegebenen mittleren Abflussbeiwert gewählt. Hierbei kann die Deponiebasisabdichtung analog zu einem in der Tabelle dargestellten Flachdach (Neigung bis 5%) mit Kiesbefestigung angesehen werden (ψ_S =0,7). Im Vergleich zu einem Kiesdach weist die Basisabdichtung neben den in der Regel höheren Materialmächtigkeiten (35 – 50 cm Entwässerungsschicht auch Materialien auf (10 cm Sandschutzschicht / 20 – 45 cm Frostschutzschicht), die ein höheres Regenrückhaltevermögens als reiner Kies bieten.

Insofern wird die hydraulische Belastung der Sickerwassersammler und -leitungen sowie alle nachfolgenden Fassungselemente mit einem leicht reduziertem

Spitzenabflussbeiwert von: $\psi_S = 0{,}6$

dimensioniert.

Im Betriebszustand ist entsprechend [4] für die Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht ein 10-fach höherer Wert gegenüber der durchschnittlichen Sickerwasserspende anzusetzen:

Sickerwasserspende $s = 10$ mm/d

Dies entspricht einer Sickerwasserspende von 1,16 l/(s*ha).

2.3 Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht

Gemäß [4] und [10] ist für die Ausbildung der Basisentwässerung folgendes Regelsystem vorgegeben:

- Abstand der Sickerwassersammler: maximal 30 m
- Längsgefälle nach Abklingen der Setzungen ≥ 1 %
- Quergefälle nach Abklingen der Setzungen: ≥ 3 %
- untere Lage (30 cm) Kies oder Splitt 16/32 nach DIN EN 12620:2008-07 mit spezifizierter Zusammensetzung
- obere Lage (20 cm) mineralische Schicht mit einem Durchlässigkeitsbeiwert im Einbauzustand von mindestens $k = 1{,}0 * 10^{-2}$ m/s

Im speziellen Fall (beantragte Abweichung von Regelsystem Kapitel 1.10.3 PFA) wird die Entwässerungsschicht folgendermaßen abgeändert:

- Abstand der Sickerwassersammler: maximal 60 m
- 50 cm Kies 16/32 (Rundkorn), Durchlässigkeitsbeiwert über die gesamte Mächtigkeit von mindestens $k = 2{,}0 * 10^{-2}$ m/s in der Ebene
- 35 cm Kies 8/16 (Rundkorn), Durchlässigkeitsbeiwert über die gesamte Mächtigkeit von mindestens $k = 2{,}0 * 10^{-2}$ m/s in den Böschungen

Entsprechend [4] ist die ausreichende Bemessung der Entwässerungsschicht nachzuweisen. Hierfür wird der Ansatz nach LESAFFRE [5] herangezogen, um die Gleichwertigkeit des gewählten Systems bezogen auf das Regelsystem nachzuweisen.

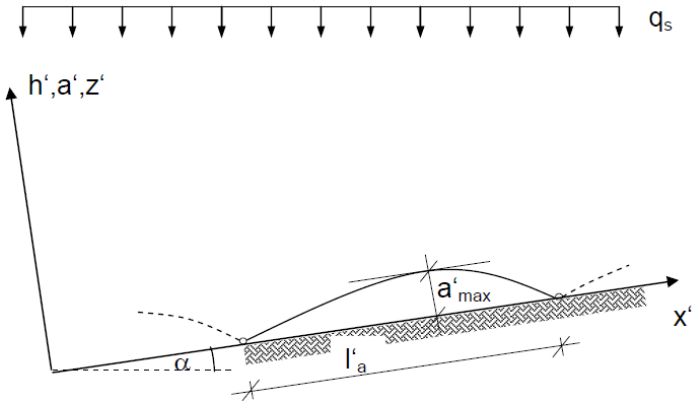


Abbildung 1: Abfluss auf geneigter, undurchlässiger Sohle – Definitionsskizze für den Berechnungsansatz nach LESAFFRE

Für den Ansatz gelten folgende Abhängigkeiten:

$$\frac{l'_a}{a_{max}} = \sqrt{\frac{4 \cdot k_x}{q_S} + \left[\frac{k_x}{q_S} - 1\right]^2 \cdot (tan\alpha)^2}$$

mit:

l'_a – Dränabstand, hangparallel [m]
a'_{max} – maximaler Aufstau über der Sohle, normal zur Sohle [cm]
q_S – Dränspende [m/s]
k_x – Durchlässigkeitsbeiwert in x-Richtung
α – Böschungs- bzw. Sohlneigung

In Anhang 2 ist die Berechnung nach LESAFFRE für den Regelfall aufgeführt. Demnach beträgt der Aufstau in der „Ebene“ (i=3,2 %) nach diesem Berechnungsansatz 1,07 cm.

Im konkreten Fall beträgt der längste Dränabstand maximal 30 m. Damit der gleiche Aufstau gemäß Regelfall erreicht wird, ist die Durchlässigkeit der Entwässerungsschicht zu erhöhen. Gemäß dem Berechnungsansatz ist für die gesamte Mächtigkeit der Entwässerungsschicht eine Durchlässigkeit von $k = 2{,}0 * 10^{-2}$ m/s erforderlich.

Dieser Gleichwertigkeitsnachweis wurde zusätzlich für die Bereiche der Böschungen (i=33 %) durchgeführt. Hierbei beträgt der Aufstau 0,10 cm. Dieser sehr geringe Aufstau erscheint bei der hohen Wasserdurchlässigkeit und der steil geneigten Böschung plausibel. Es entspricht etwa einem Zehntel des Aufstaus in der „Ebene“, wodurch eine Reduktion der Mächtigkeit der Entwässerungsschicht um ein Drittel aus fachlicher Sicht und mit ausreichender Sicherheit möglich ist.

2.4 Bemessung der Sickerwasserleitungen

Für die hydraulische Bemessung der Sickerwassersammler werden die beiden oben beschriebenen Betriebszustände (Betriebsbeginn / Betriebszustand) gemäß Ablagerungskonzept herangezogen.

Sobald Abfall in einem neuen Ablagerungsbereich (vgl. Anhang 1) abgelagert wird, ist jeweils der aktuell zu verfüllende Abschnitt mit der maßgeblichen Regenspende von 118,8 l/s*ha rechnerisch mit Sickerwasser zu beaufschlagen. Gleichzeitig kann, aufgrund der hohen Abfallmächtig im jeweils vorherigem Verfüllabschnitt, mit der Sickerwasserspende von 1,16 l/s*ha gerechnet werden.

Der Nachweis der ausreichenden Dimensionierung der Sickerwasserleitungen (Drän- und Transportleitungen als Gefälleleitungen) erfolgt in Form der Listenberechnung in Anlehnung an [6]. Die Ergebnisse der Listenberechnung befinden sich in Anhang 3. Die zu den Einzugsgebieten zugehörigen Flächen und deren Größen sind dem Plan in Anhang 1 zu entnehmen.

Die Sickerwassersammler (Dränrohre) SS 1.2.a/2.2.a bis SS 4 werden demnach als PEHD-Leitungen in der Dimension Vollsickerrohr: PE 100, d_a = 315 mm, SDR 11 ausgeführt. Der Innendurchmesser beträgt hierbei 258 mm. Die Leitungen SS 1.1.a bzw. SS 2.1.a erfordern laut Liste die Dimension d_a = 355 mm, SDR 11. Der Innendurchmesser beträgt hierbei 291 mm.

Damit werden die Anforderungen gemäß [2] und [4] hinsichtlich der Möglichkeit zur Kontrolle und Wartung erfüllt.

Die Sickerwasserleitung (Gerinneleitungen/Transportleitungen) zwischen den Sickerwasserschächten werden als Vollrohrleitungen in der Dimension PE 100, da 355, SDR 17 ausgebildet. Der minimale Innendurchmesser beträgt hierbei 294 mm. Somit werden die geforderten Mindest-Innendurchmesser gemäß [2] und [4] von 250 mm eingehalten.

2.5 Bemessung der Sickerwasserpumpen und Druckleitung

In den Pumpenschächten S1-Ost sowie S1-West befinden sich redundant ausgeführte Sickerwasserpumpen, die das Sickerwasser über den IDM-Schacht zum Sickerwasserspeicherbecken (SSB) fördern. Im IDM-Schacht erfolgt gleichzeitig die Vereinigung der jeweiligen Druckleitungen aus den Sickerwasserschächten. Die Bemessung der Leitungen erfolgt nach [8].

Für die Auslegung der Pumpen sowie der Druckleitungen werden zwei Durchsatzmengen zugrunde gelegt. Die maximale ankommende Sickerwassermenge ergibt sich aus der Listenrechnung Anhang 3 für die angesetzten Regen-/Sickerwasserspenden. Die Pumpen werden so dimensioniert, dass das einjährige Regenereignis

von beiden Pumpen im Parallelbetrieb abgedeckt werden kann. Die Pumpen im jeweiligen Pumpenschacht sind gleichstark und für die weniger starken Regenereignisse (Einzelbetrieb) wechselseitig zu betreiben.

2.5.1 S1-Ost – SSB

Folgende Eingangsparameter werden den Berechnungen zugrunde gelegt:

Länge	=	540 m
Rohrrauigkeit ≙ gebrauchten Kunststoffrohren	=	0,03 mm
Höhendifferenz	=	ca. 9,5 m
Rohrleitung gewählt S1-Ost – IDM	=	PE 100, da 200, SDR 17
Rohrleitung gewählt IDM – SSB	=	PE 100, da 250, SDR 17

Nachfolgend werden für den „Parallelbetrieb“ und „Einzelbetrieb“ die Ergebnisse aus der hydraulischen Berechnung zusammengefasst (s. Anhang 4)

S1-Ost – SSB bei Parallelbetrieb (2 Pumpen):

Volumenstrom	=	79 l/s (285 m³/h)
Strömungsgeschwindigkeit	=	3,2 m/s
Druckverlust inkl. Höhendifferenz	=	ca. 2,8 bar

S1-Ost – SSB, Einzelbetrieb (1 Pumpe):

Volumenstrom	=	40 l/s (142 m³/h)
Strömungsgeschwindigkeit	=	1,6 m/s
Druckverlust inkl. Höhendifferenz	=	ca. 1,2 bar

2.5.2 S1-West – SSB

Folgende Eingangsparameter werden den Berechnungen zugrunde gelegt:

Länge	=	75 m
Rohrrauigkeit ≙ gebrauchten Kunststoffrohren	=	0,03 mm
Höhendifferenz	=	ca. 7,5 m
Rohrleitung gewählt S1-West – IDM	=	PE 100, da 160, SDR 17
Rohrleitung gewählt IDM – SSB	=	PE 100, da 250, SDR 17

Nachfolgend werden für den „Parallelbetrieb“ und „Einzelbetrieb“ die Ergebnisse aus der hydraulischen Berechnung zusammengefasst (s. Anhang 4)

S1-West – SSB bei Parallelbetrieb (2 Pumpen):

Volumenstrom	=	63 l/s (227 m³/h)
Strömungsgeschwindigkeit	=	3,2 m/s
Druckverlust inkl. Höhendifferenz	=	ca. 2,8 bar

S1-West – SSB, Einzelbetrieb (1 Pumpe):

Volumenstrom	=	32 l/s (114 m³/h)
Strömungsgeschwindigkeit	=	2,0 m/s
Druckverlust inkl. Höhendifferenz	=	ca. 1,0 bar

Die Dimensionen der Rohrleitungen wurden für den Einzelbetrieb optimiert. Der höhere Druckverlust im seltenen Parallelbetrieb ist hinnehmbar.

2.6 Bemessung des Sickerwassersammelbehälters (SSB)

Zur Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens ist insbesondere das gewählte Regenereignis maßgeblich. Da es sich hier nicht um die hydraulische Ableitung des Sickerwassers handelt, sondern um die Speicherung von Niederschlagsmengen über einen gewissen Zeitraum, werden zur Bemessung des SSB Tagesniederschlagsmengen herangezogen.

Aus einer hydrometeorologischen Auswertung des Deutschen Wetterdienstes am Standort Duben geht das mittlere Jahresmaximum der Tageswerte hervor (vgl. Tabelle 1. Demnach wird für die Bemessung des Speichervolumens der Tagesniederschlagswert von 35 mm angesetzt.

Monats- und Jahreswerte der korrigierten Niederschlagshöhe in mm, Standort Duben

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittel 1985/2014	44,9	38,9	42,2	38,0	61,5	58,4	75,7	63,2	50,0	35,3	48,6	51,5	608,2

Tabelle 2:
Monats- und Jahreswerte der realen Verdunstungshöhe in mm, Standort Duben
Hydrotop: Sand / unbedeckter Boden

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittel 1985/2014	11	13	23	30	48	51	60	50	36	22	12	11	367

Tabelle 2:
Monats- und Jahreswerte der realen Verdunstungshöhe in mm, Standort Duben
Hydrotop: Sand / Grünland

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittel 1985/2014	11	13	30	61	79	72	68	57	44	28	12	11	486

Tabelle 4:
Angaben zur Anzahl von Niederschlagstagen und zum mittleren Jahresmaximum der Tageswerte, Standort Duben
Mittel 1985/2014

Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit korr. Niederschlag > 0,1 mm	167
Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit korr. Niederschlag > 1,0 mm	117
Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit korr. Niederschlag > 10,0 mm	13
Mittleres Jahresmaximum der korrigierten Niederschlagstageswerte	35 mm

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, KU 41B, Berlin-Buch, 2015 Auftrags-Nr.: 6286844 Seite 4 von 4

Tabelle 1: Mittleres Tagesmaximum Niederschlagsmengen

Für die Dimensionierung des SSB wird nachfolgend für jede Teilfläche der Verfüllung entsprechend Anhang 1 die tägliche maximale Sickerwassermenge bestimmt (s. Tabelle 2.

		Basis 1. BA		Basis 2. BA				OFA 1. BA	OFA 2. BA	Sickerwasser/ Jahr
	Fläche	2,20		0,46		1,74		1,79	2,50	
	Abschnitt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	
	Teilfläche	1,1108	1,0913	0,2240	0,2340	0,8630	0,8720	1,7883	2,5035	
	Jahre bis 5 m	1,88	1,85	0,38	0,40	1,46	1,48	-		
	2020	389								389 m³
	2021	-								-
	2022	-								-
	2023		771							771 m³
	2024		-							-
	2025		-							-
	2026		-							-
	2027			849						849 m³
OFA 1.BA	2028				931			-626		305 m³
	2029					1.233		-626		607 m³
	2030					-				-
	2031					-				-
	2032					-				-
	2033						1.538	-626		912 m³
	2034						-			-
	2035						-			-
Durchschnittliche Sickerwassermenge Ablagerungsphase										**639 m³**

Tabelle 2: Maximales Sickerwasseraufkommen

Hierbei wird unabhängig von der Abfallmächtigkeit vollständig gesättigtes Material vorausgesetzt, wodurch das auftretende Wasser im Laufe des Tages komplett in der Dränageschicht des Basisabdichtungssystems ankommt. Außerdem ist das Herstellen der Oberflächenabdichtung nach Verfüllung des 1. BA insofern berücksichtigt,

dass potentiell anfallendes Sickerwasser von der abgedichteten Fläche (OFA) mit der noch offenen Abfallfläche gegengerechnet wird. Die maximale Sickerwassermenge würde nach den gewählten Berechnungsansätzen im Jahr 2033 912 m³ betragen.

Die Entsorgung des Sickerwasser ist über Tankwagen beim örtlichen Trink- und Abwasserzweckverband geplant. Um das Puffervolumen nach einem Starkregenereignis schnellstmöglich wieder zur Verfügung zu haben sind 5 Fahrten à 20 m³/Tankwagen zur Abfuhr vorgesehen. Demnach kann das Becken nach ca. 45 Fahrten und neun Tagen geleert werden unter der Voraussetzung das kein Wasser hinzukommt. Um innerhalb der neun Tage ein zweites Starkregenereignis abpuffern zu können, wird das gewählte Speichervolumen um einen Sicherheitsfaktor von 2 erhöht. Das gewählte Nutzvolumen beträgt insgesamt rd. 1.800 m³. Zusätzlich ist ein 50 cm hohes Freibord vorgesehen, wo im Ausnahmefall weitere rd. 500 m³ zur Verfügung stehen.

3 Hydraulische Bemessung der Oberflächenentwässerung

3.1 Bestandteile der Oberflächenentwässerung

Die Oberflächenentwässerung besteht aus folgenden Komponenten:

- Kunststoff-Dränelement
- Rekultivierungsschicht d = 100 cm gemäß [1]
- Entwässerungsgräben zur Ableitung des Oberflächenwassers
- Versickerungsbecken

Die für die Berechnungen maßgeblichen geometrischen Verhältnisse, wie Einzugsflächen, Haltungs- und Ableitungslängen sind dem Plan in Anhang 5 zu entnehmen.

3.1.1 Bemessung des Kunststoff-Dränelements

Der Nachweis einer ausreichenden Leistungsfähigkeit der Kunststoff-Dränmatte erfolgt gemäß [5]. Dort wird der Ansatz folgender Dränspende empfohlen:

Dränwasserspende q_S = 25 mm/d

In der Tabelle von Anhang 6 ist der Nachweis zum Langzeit-Wasserableitvermögen der Dränmatte für das Regelsystem 5 % Böschungsneigung aufgeführt. Das Wasserableitvermögen bei einer mechanischen Beanspruchung von 20 kPa und der Kombination aus „hartem“ Untergrund (KDB) und „weicher“ Auflage (Unterboden) ergibt folgenden Wert [11]:

Wasserableitvermögen des Dräns q_k = 0,09 l/(s*m)

Die maximale Böschungslänge beträgt 35 m.

Das ausreichende Ableitvermögen des Kunststoff-Dränelements ist für die Minimalneigung von 5 % nachgewiesen. Ein Nachweis für die Bereich mit einer Böschungsneigung von 33 % erübrigt sich.

3.2 Maßgebliche Regenspende und -abfluss

Die maßgebliche Regenspende wird wie folgt angesetzt:

Regenhäufigkeit n = 5 1/a

Mindestregendauer T_{min} = 15 min

Gemäß [3] ergibt sich für den Standort Duben folgende Regenspende:

Regenspende $r_{15,0.2}$ = 173,3 (l/(s*ha)

Die Spitzenabflussbeiwerte werden gemäß [6], Tabelle 6, festgelegt.

Erfahrungen mit der Deponieentwässerung zeigen, dass auf den nahezu unbefestigten Deponiekörpern ein großer Teil des Niederschlags schnell versickert, an der Oberfläche am Bewuchs oder in Fahrspuren/Unebenheiten zurückgehalten wird oder verdunstet. Der tatsächlich zum oberflächennahen Abfluss kommende Anteil des Niederschlags zumindest nach einer ersten Bewuchsbildung (und damit für den Regelfall) sehr gering ist. Die in [6], Tabelle 6, für unbefestigte Flächen empfohlenen Abflussbeiwerte führen daher oftmals zu einer deutlichen Überdimensionierung der Entwässerungselemente auf Deponien. Wohl auch aus diesem Grund weist die Fußnote in der dortigen Tabelle darauf hin, dass bei unbefestigten Flächen die Abflussbeiwerte gesondert zu betrachten sind.

In [6] wird ebenfalls darauf verwiesen, dass Tabelle 6 für Fließlängen von 40 bis 70 m gilt. Tatsächlich liegen bei der Oberflächenabdichtung teilweise deutlich längere Fließwege vor. Vor diesen Hintergründen wird ein Abflussbeiwert wie folgt angesetzt:

Spitzenabflussbeiwert $\psi_S = 0{,}3$

Der für die jeweiligen Einzelflächen maßgebliche Oberflächenabfluss ist in der Tabelle in Anhang 7 zu entnehmen.

Der Abflussbeiwert für die Asphaltwege bzw. RC Wege werden wie folgt festgesetzt:

Spitzenabflussbeiwert $\psi_S = 0{,}90$ (Asphalt)

Spitzenabflussbeiwert $\psi_S = 0{,}60$ (RC)

3.3 Nachweis des Abflussvermögens der Randgrabenrohre

Das Oberflächenwasser wird von den Böschungen auf dem Deponiekörper direkt über den äußeren Randgraben abgeleitet. Die Ableitung des Oberflächenwassers in den Randgräben erfolgt über ein Vollsickerrohr, welches direkt in den Schottermulde verlegt wird (vgl. Abbildung 2).

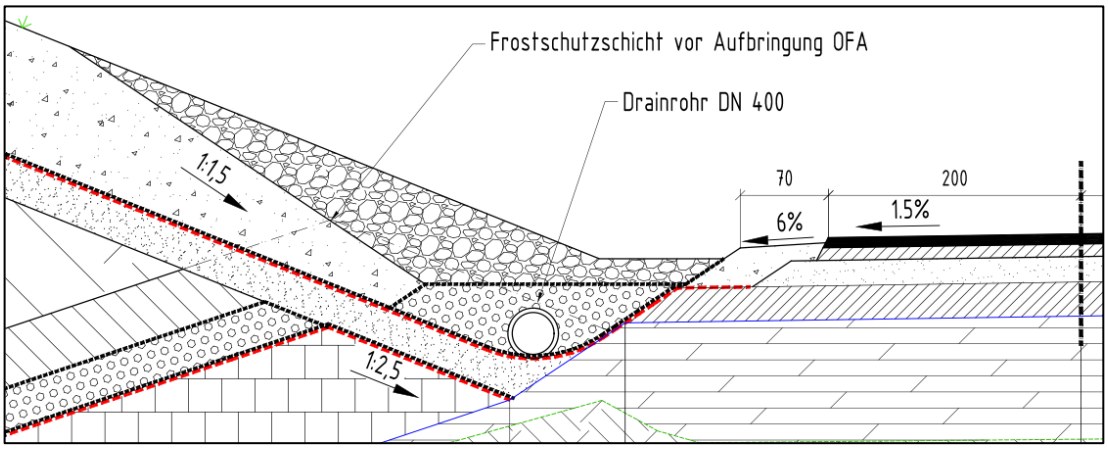


Abbildung 2: Entwässerungs-Randgraben

Der Randgraben ist so profiliert, dass das Wasser mengenmäßig zur Hälfte über den südlichen Teil bzw. nördlichen Teil des Deponierandgrabens geleitet wird. Die Hoch und Tiefpunkte sind in Anhang 5 dargestellt. Die Einzugsflächen für die beiden Fließrichtungen sind etwa gleich groß.

Die Dränrohre weisen ein durchgängiges Gefälle von 0,5 % auf und sind so dimensioniert, dass sie die Niederschlagswässer vollständig fassen. Der Nachweis des Abflussvermögens des Dränrohrs erfolgt analog zur Sickerwasserfassung in einer Listenrechnung in Anhang 8. Der Porenraum der Schotterpackung ist für die hydraulische Bemessung nicht berücksichtigt und steht daher als zusätzliche Sicherheit zur Verfügung.

Der Tiefpunkt des Randgrabens ist kurz unterhalb der nordwestlichen Deponieecke angesetzt, wo zwei Durchörterungen der Randgrabenabdichtung (KDB) für zwei Rohrleitungen vorgesehen sind. Von der Durchörterung fließt das Oberflächenwasser über den Löschwasserbehälter / Brauchwasservorlage in das Versickerungsbecken (vgl. Abbildung 3).

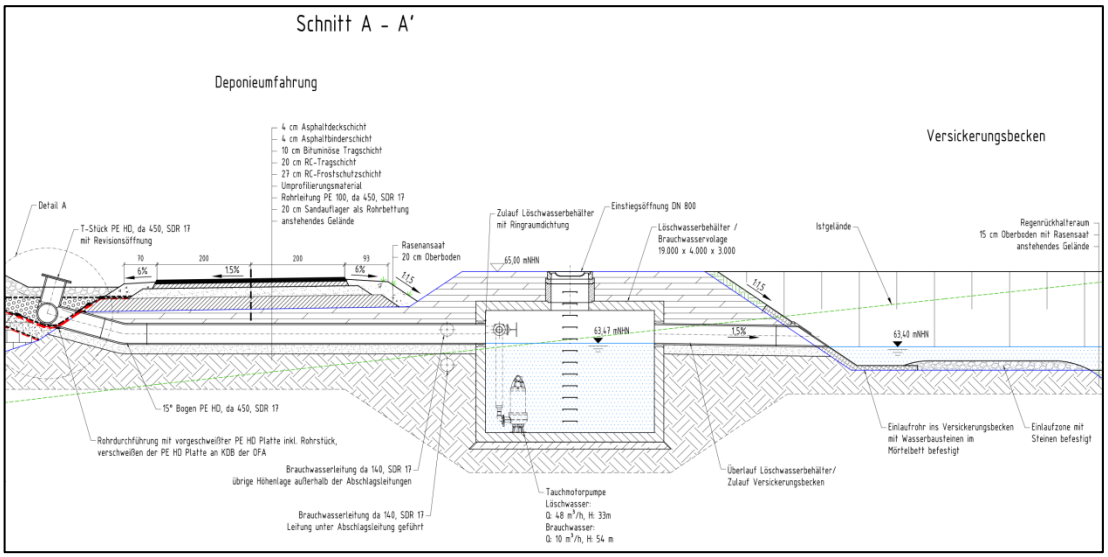


Abbildung 3: Ableitung Oberflächenwasser – Versickerungsbecken

Der Nachweis des Ableitvermögens der Rohrleitungen von der Durchörterung zum Versickerungsbecken ist ebenfalls in Anhang 8 aufgeführt.

3.4 Nachweis des Volumens des Versickerungsbecken

In das neu zu errichtenden Versickerungsbecken wird das Oberflächenwasser aus allen oberflächenabgedichteten Deponiebereichen eingeleitet. In Anhang 7 leitet sich die resultierende undurchlässige Fläche ab. Im Rahmen der Untersuchungen für die Erstellung des geologischen Gutachtens aus [9] wurden an diversen Bohrungen Durchlässigkeitswerte bestimmt. Für die Bemessung der Versickerungsleistung wer-

den die Messergebnisse aus den Kleinrammbohrungen BS1 und BS3 unmittelbar am geplanten Versickerungsbereich herangezogen. Für das Versickerungsbecken wird keine Selbstabdichtung vorgesehen. Feinanteile werden mit Hilfe eines Filtervlies im Randgraben vom Dränrohr ferngehalten. Zusätzlich bietet der zwischengeschaltete Löschwasserbehälter eine Absetzstrecke von über 15 m. Der Eintrag von Feinanteilen, in das Versickerungsbecken kann demnach weitestgehend ausgeschlossen werden.

Folgende Eingangsparameter werden für die Berechnung zugrunde gelegt:

Regenhäufigkeit	=	0,2 1/a
undurchlässige Fläche	=	1,901 ha
Abflussbeiwert	=	2,19 E-04 m/s
Zuschlagsfaktor f_Z	=	1,15 (DWA-A 117, Tabelle 2)

Die Bemessung folgt in Anlehnung an die Muldenversickerung aus [13]. Danach beträgt das erforderliche Regenrückhaltevolumen im Versickerungsbecken:

$V_{erf.} = 311\ m^3 < V_{vorhanden} = 350\ m^3$ bei einer zulässigen Einstauhöhe von 50 cm

Das gewählte Versickerungsbecken ist somit ausreichend dimensioniert.

VERZEICHNISSE

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung / Erläuterung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
KDB	Kunststoffdichtungsbahn
OK	Oberkante
SSB	Sickerwassersammelbehälter (Bestand)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abfluss auf geneigter, undurchlässiger Sohle – Definitionsskizze für den Berechnungsansatz nach LESAFFRE 5
Abbildung 2: Entwässerungs-Randgraben 12
Abbildung 3: Ableitung Oberflächenwasser – Versickerungsbecken 13

Literaturverzeichnis

[1] DepV – Deponieverordnung, Verordnung über Deponien u. Langzeitlager, Stand 27.04.2009

[2] DIN 19667 – Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb, Stand 10/2009

[3] DWD-Niederschlagshöhen und –spenden für Duben nach KOSTRA-DWD 2000

[4] GDA-Empfehlung E 2-14 Basis-Entwässerung von Deponien, April 2011

[5] GDA-Empfehlung E 2-20 Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, 2003

[6] Arbeitsblatt DWA – A 118 – Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006

[7] Arbeitsblatt DWA – A 117 –Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2013

[8] Druckverlust 7.0, Software-Factory Norbert Schmitz

[9] Antrag auf Plangenehmigung Deponie Duben

[10] GDA-Empfehlung E5-01 – Grundsätze des Qualitätsmanagements; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. DGGT, Fachsektion 6, Umweltgeotechnik

[11] BAM-Zulassungsschein für ein Kunststoff-Dränelement – Secudrain RZ331 WDZ601 RZ201 – Firma Naue GmbH & CO. KG, vom 10.02.2014

[12] Arbeitsblatt DWA – A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005

[13] GGU-SEEP, Berechnung von Versickerungsanlagen nach DWA-A 138, Version 9.21 vom 13.04.2015, Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß

ANHANG

Anhang 1: Lageplan Sickerwasserfassung

Anhang 2: Gleichwertigkeitsnachweis Entwässerungsschicht

Anhang 3: Listenrechnung Sickerwassersammler und -transportleitungen

Anhang 4: Auslegung der Druckleitung S10/S1W – IDM/SSB

Anhang 5: Lageplan Oberflächenwasserfassung (OK Rekultivierung)

Anhang 6: Dränelement-Ableitvermögen

Anhang 7: Abflussmengen Oberflächenabdichtung

Anhang 8: Listenrechnung Randgraben Oberflächenwasser

Anhang 9: Dimensionierung Versickerungsbecken