

Baggergutmonodeponie Feldhofe Kapazitätserhöhung

Anhang 3: Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

erstellt im Auftrag der



durch

**Umtec
Prof. Biener | Sasse | Konertz
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB**

im November 2024

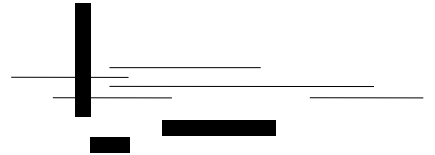
Partner
**Dipl.-Ing. Torsten Sasse
Dr. Klaus Konertz
Dipl.-Geol. Christoph Meyer
Dr. Tobias von Mücke**

Universitätsallee 18
28359 Bremen
Telefon
0421 20 75 9-0
Telefax
0421 20 75 9-999
info@umtec-partner.de
www.umtec-partner.de

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1	Veranlassung
2	Unterlagenverzeichnis
3	Oberflächenentwässerungssystem
3.1	Überblick
3.2	Entwässerungselemente
3.2.1	Entwässerungsmulden
3.2.2	Raubettmulden
3.2.3	Entwässerungsgräben
3.2.4	Straßenüberlauf
3.2.5	Rahmendurchlässe
3.2.6	Rohrleitungen
3.2.7	Entwässerungsschicht
3.2.8	Deponierandgraben
3.2.9	Notüberlauf Deponierandgraben
3.2.10	Auslauf- und Drosselbauwerk
3.2.11	Rohrleitungen zum Vorfluter
3.2.12	bauzeitiger Abfanggraben
4	Berechnungsgrundlagen und -methoden
4.1	Offene Gerinne lt. Arbeitsblatt DWA-A 110
4.2	Geschlossene Gerinne bei Vollfüllung lt. Arbeitsblatt DWA-A 110
4.3	Regenrückhalteräumen lt. Arbeitsblatt DWA-A 117
4.4	Niederschlagsabfluss lt. Arbeitsblatt DWA-A 118
4.5	Entwässerungsschicht lt. GDA-Empfehlung E 2-20
4.6	Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100
5	Bemessungsansätze
5.1	Überschreitungshäufigkeit
5.2	Niederschlagsspende
5.3	Abflussbeiwerte
5.4	Manning/Strickler-Beiwert
5.5	Dränabfluss
5.6	Durchlässigkeitsbeiwert



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

5.7	Zuschlagfaktor als Risikomaß	27
5.8	Drosselabfluss	28
6	Zusammenfassung und Ergebnis	29
7	Literatur	30

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Tabellenverzeichnis

Tabelle	Seite
Tab. 1: Rohrleitungen Querschnittsabmessungen und Material	9
Tab. 2: Querschnittsabmessungen Deponierandgraben Ost und West, lichte Abmessungen entsprechend Abb. 3	11
Tab. 3: Querschnittsabmessungen bauzeitiger Abfanggraben, lichte Abmessungen entsprechend Abb. 3	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Seite
Abb. 1: Querschnitt Entwässerungsmulden, lichte Abmessungen in [m]	5
Abb. 2: Querschnitt Raubettmulden, lichte Abmessungen in [m]	6
Abb. 3: Querschnitt Entwässerungsgräben, lichte Abmessungen in [m]	6
Abb. 4: Querschnitt Straßenüberläufe, lichte Abmessungen in [cm]	7
Abb. 5: Querschnitt Rahmendurchlässe, lichte Abmessungen in [m]	8

**Baggergutmonodeponie Feldhofs, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Koordinierte Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2020), Niederschlagshöhen und -spenden für Hamburg, Rasterfeld Spalte 145 / Zeile 84
Anlage 2	Zusammenstellung der Entwässerungsgebiete und der spezifischen Abflüsse
Anlage 3	Bemessung der Gräben, Mulden, Straßenüberläufe und Rahmendurchlässe
Anlage 4	Bemessung der Rohrleitungen
Anlage 5	Bemessung der Entwässerungsschicht
Anlage 6	Bemessung des Deponierandgrabens
Anlage 7	Bemessung des bauzeitigen Abfanggrabens

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

1 Veranlassung

Die Hamburg Port Authority A.ö.R. (HPA) ist Betreiberin der Baggergutmonodeponie Feldhofe. Die Deponie wurde mit Planfeststellungsbeschluss vom 03. August 2001, Aktenzeichen: M 310 - 1/99 [1]¹ i.V.m. der Ergänzung vom 14. Juli 2003 [2], welche aufgrund des Inkrafttretens der Deponieverordnung (DepV) /1/² erforderlich wurde, zur Beseitigung von Baggergut und Schlick genehmigt. Die genehmigte Endgestaltungshöhe der Deponie nach Stilllegung und Rekultivierung beträgt 38 m über NHN.

Die Restkapazität der Deponie wird in absehbarer Zeit erschöpft sein. Über das Restvolumen der Deponie Feldhofe hinaus steht derzeit kein Ablagerungsvolumen für Baggergut im Bundesland Hamburg zur Verfügung. Zur langfristigen Sicherung der Entsorgungssicherheit für Baggergut ist die HPA deshalb bestrebt, die Einlagerungskapazität der Deponie maßgeblich zu erhöhen. Diese Kapazitätserhöhung erfolgt ausschließlich durch eine Anpassung der Deponiekontur auf eine Endgestaltungshöhe nach Stilllegung und Rekultivierung von 56 m über NHN. Eine Vergrößerung der Aufstandsfläche der Deponien ist nicht vorgesehen.

Mit Anpassung der Deponiekontur soll ein vom bisher genehmigten Status abweichendes Oberflächenabdichtungssystem unter Einhaltung der Maßgaben der DepV /1/ errichtet werden. Das Oberflächenentwässerungssystem muss in diesem Zuge an die geänderten Rahmenbedingungen angepasst werden. Im folgenden Bericht werden das Fassungs- und Ableitungssystem für Oberflächenwasser sowie dessen Bemessung bzw. Dimensionierung beschrieben. Die zugehörigen Berechnungen liegen dem Bericht als Anlage anbei.

¹ Die in eckige Klammern gesetzten Ziffern, z.B. [1], beziehen sich auf das Unterlagenverzeichnis in Kap. 2

² Die in Schrägstriche gesetzten Ziffern, z.B. /1/, beziehen sich auf das Literaturverzeichnis in Kap. 7

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

2 Unterlagenverzeichnis

Grundlage des hier vorliegenden Berichtes sind folgende Unterlagen:

- [1] Planfeststellungsbeschluss nach §31 Abs. 2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Aktenzeichen: M 310 - 1/99, Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde, 03. August 2001
- [2] Ergänzung zum Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb der Deponie Feldhofe, Aktenzeichen: M 310 - 1/99, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit, 14. Juli 2003
- [3] Schlickdeponie Feldhofe, Optimierung des Entwässerungssystems auf der Deponie Feldhofe, Anschluss des Zwischenlagers Nord und optionaler Flächen an das vorhandene Entwässerungssystem, sowie Erhöhung der Zulaufmengen zur TEKLA, Anzeige nach § 35 Absatz 4 KrWG und Antrag auf Änderung der Wasserrechtlichen Erlaubnis Nr. 9 AI 107, Hamburg Port Authority A.ö.R., Dezember 2020
- [4] Schreiben bzgl. Anzeige nach § 35 Abs. 4 KrWG; Optimierung des Entwässerungssystems auf der Deponie Feldhofe, Gz: I33-BA20621 – 02/2020, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Freie und Hansestadt Hamburg, 01.03.2021

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

3 Oberflächenentwässerungssystem

3.1 Überblick

Zur Fassung- und Ableitung des Niederschlagswassers, welches oberflächlich auf dem Deponiekörper abfließt, werden Entwässerungsmulden parallel zu den geplanten Betriebswegen in die Rekultivierungsschicht profiliert. Durch die Wegeführung ergeben sich Tiefpunkte im Muldenverlauf. Von diesen Tiefpunkten wird das Oberflächenwasser auf kürzestem Weg die Deponiekörperböschungen heruntergeführt. In diesen steil geneigten Böschungsbereichen werden die Entwässerungsmulden als Raubettmulden hergestellt. Das in den Mulden und Raubettmulden abgeführte Oberflächenwasser wird am Böschungsfuß in Entwässerungsgräben abgeführt.

In Bereichen, in welchen die vorgenannten Mulden und Gräben die Betriebswege auf der Deponie queren, werden offene Straßenüberläufe als Querung hergestellt. Ausgenommen ist die asphaltierte Plateauzufahrt. Die Querung erfolgt hier mittels Rahmendurchlässen. Ebenfalls ausgenommen sind die Fußwege, welche im Zuge des Landschaftsbaus hergestellt werden. Hier können ebenfalls Rahmendurchlässe als Querung eingebaut werden. Alternativ sind auch Stege und Brücken möglich.

Zur Fassung- und Ableitung des Niederschlagswassers, welches durch die Rekultivierungsschicht des Oberflächenabdichtungssystems versickert, dient eine mineralische Entwässerungsschicht, die Bestandteil des Oberflächenabdichtungssystems ist. In dieser wird das versickerte Niederschlagswasser hangabwärts geführt.

Sowohl das Niederschlagswassers, welches oberflächlich auf dem Deponiekörper abfließt, als auch das Niederschlagswasser, welches durch die Rekultivierungsschicht versickert, wird dem Deponierandgraben zugeführt. Der Randgraben ist in zwei Abschnitte, den Randgraben Ost und den Randgraben West unterteilt. Beide Abschnitte dienen sowohl zur Fassung und Ableitung des Niederschlagswassers von der Deponie als auch der Rückhaltung vor Einleitung in die Vorflut. Die Zweiteilung des Randgrabens gründet auf den diversen technischen und infrastrukturellen Einrichtungen im Bereich der klärtechnischen Anlage, den dadurch beengten Platzverhältnissen sowie den dortigen Höhenverhältnissen. Die Deponierandgräben Ost und West werden in diesem Bereich über eine Verrohrung miteinander verbunden.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Im Regelfall werden die Deponierandgräben Ost und West über ein Auslauf- und Drosselbauwerk östlich der klärtechnischen Anlage und im Weiteren über eine Rohrleitung in die Vorflut entwässert. Vorfluter ist der Hauptentwässerungsgraben Moorfleet. Für den Fall einer hydraulischen Überlastung der Randgräben Ost und West bei Überschreitung des Bemessungsniederschlagsereignisses werden im Abstand von ca. 200 m Überläufe im Bereich der Grabenschulter vorgesehen.

Die Systematik der Zweiteilung des Randgrabensystems liegt auch den hydraulischen Berechnungen zu Grunde: Die Deponieoberfläche ist zu Zwecken der Abflussermittlung in die Einzugsgebiete Ost und West eingeteilt. Eine Darstellung des Gesamtentwässerungssystems ist dem beiliegenden Lageplan (vgl. Plan Nr. 150, Anhang 13 des Erläuterungsberichtes) zu entnehmen.

Das beschriebene Entwässerungssystem wird sukzessive mit Errichtung des Oberflächenabdichtungssystems hergestellt. Die Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems erfolgt abschnittsweise. Um bis zur Gesamtfertigstellung der rekultivierten Deponie eine geordnete Trennung des Oberflächenwassers aus den rekultivierten Bereichen und des Oberflächenwassers vom offenen Deponiekörper gewährleisten zu können, wird an den Ausbaugrenzen des Oberflächenabdichtungssystems jeweils ein bauzeitiger Abfanggraben errichtet. Dieser Abfanggraben wird über die klärtechnische Anlage entwässert. Bis zum Zeitpunkt der Errichtung des Abfanggrabens erfolgt die Oberflächenentwässerung des Deponiekörpers im Bauzustand entsprechend dem Generalentwässerungskonzept [3], welches mit Schreiben vom 01.03.2021 [4] seitens der BUKEA zugestimmt wurde.

Eine Darstellung des bauzeitigen Abfanggrabens sowie der sonstigen vorgenannten und im Folgenden beschriebenen Entwässerungselemente kann dem Planwerk zur Kapazitätserhöhung (vgl. Anhang 13) entnommen werden.

3.2 Entwässerungselemente

3.2.1 Entwässerungsmulden

Die Entwässerungsmulden werden als Kreisabschnittsgerinne hergestellt. Eine Sohlabdichtung ist nicht vorgesehen. Aus bautechnischen Gründen soll ggf. ein

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Trennvlies an der Sohle verlegt, welches durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) im Deponiebau zugelassen ist. Das Fließbett bildet eine ca. 30 cm mächtige Schotterlage z.B. der Körnung 32/63 mm, die mit Oberboden vermengt und angesät wird. Der Oberbodenanteil beträgt ca. 30 Vol.-%. Zur Bemessung der Muldenprofile wird vereinfachend ausschließlich der freie Fließquerschnitt ohne Berücksichtigung des Abflusses im Schotterbett angesetzt. Die lichte Abmessung der Mulden ergibt sich wie folgt.

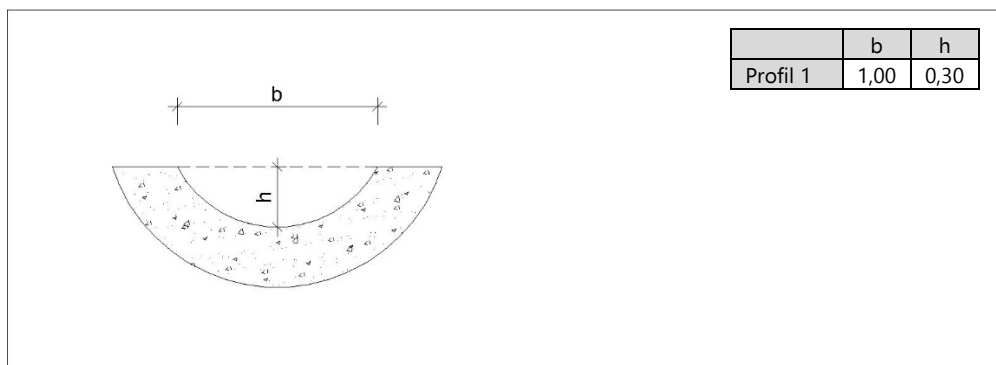


Abb. 1: Querschnitt Entwässerungsmulden, lichte Abmessungen in [m]

Die Bemessung der Entwässerungsmulden erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als offenes, wandraues Gerinne.

3.2.2 Raubettmulden

Die Raubettmulden werden als Kreisabschnittsgerinne hergestellt. Eine Sohlabdichtung ist nicht vorgesehen. Auch hier wird aus bautechnischen Gründen ein durch die BAM zugelassenes Trennvlies an der Sohle verlegt. Das Fließbett bilden z.B. in Magerbeton verlegte Wasserbausteine CP 90/250 gemäß DIN EN 13383-1 /7/ mit einem Durchmesser bis 250 mm. Zur Bemessung der Raubettmuldenprofile wird vereinfachend ausschließlich der freie Fließquerschnitt oberhalb der Wasserbausteine angesetzt. Die lichten Abmessungen der Raubettmulden ergeben sich wie in Abb. 2 dargestellt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

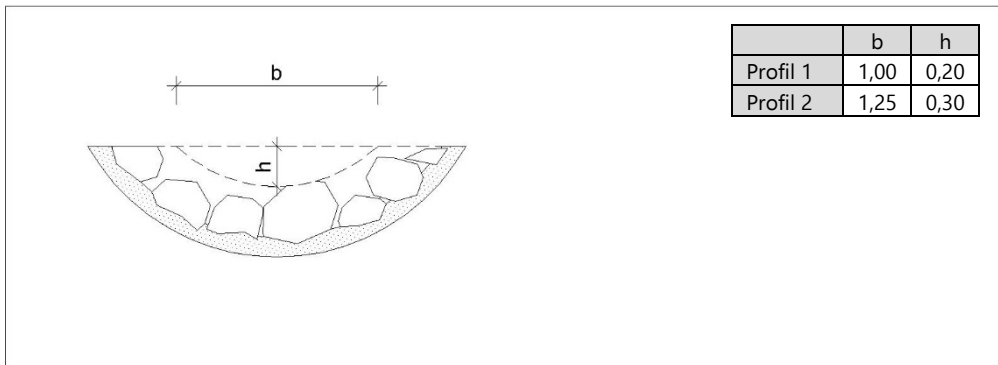


Abb. 2: Querschnitt Raubettmulden, lichte Abmessungen in [m]

Die Bemessung der Raubettmulden erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als offenes, wandraues Gerinne.

3.2.3 Entwässerungsgräben

Die Entwässerungsgräben werden als Trapezgerinne hergestellt. Eine Sohlabdichtung erfolgt nicht. Jedoch wird ein durch die BAM zugelassenes Trennvlies eingebaut. Das Fließbett wird entsprechend dem der Entwässerungsmulden (vgl. Kap. 3.2.1) ausgebildet. Zur Bemessung der Grabenprofile wird vereinfachend ausschließlich der freie Fließquerschnitt ohne Berücksichtigung des Abflusses im Schotterbett angesetzt. Die lichten Abmessungen der Gräben ergeben sich wie folgt.

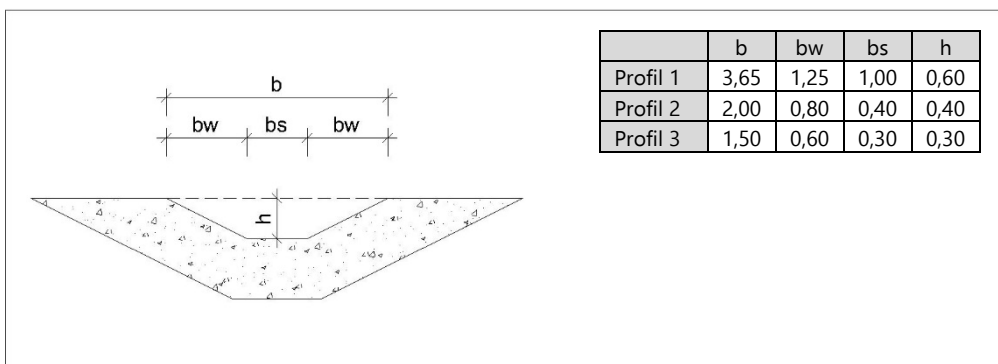


Abb. 3: Querschnitt Entwässerungsgräben, lichte Abmessungen in [m]

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Die Bemessung der Entwässerungsgräben erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als offenes, wandraues Gerinne.

3.2.4 Straßenüberlauf

Die Straßenüberläufe werden als Trapezgerinne hergestellt. Das Fließbett sowie die Zu- und Auslaufbereiche werden ohne Sohldichtung aus z.B. in Splitt verlegten Rausengittersteinen hergestellt, welche mit Oberboden verfüllt und angesät werden. Die Randsteine werden mit einer Rückenstütze aus Magerbeton versehen. Im Auslaufbereich wird der Abfluss mittels Tiefbordsteinen in das weiterführende Entwässerungselement geführt.

Die lichten Abmessungen der Straßenüberläufe ergeben sich wie folgt.

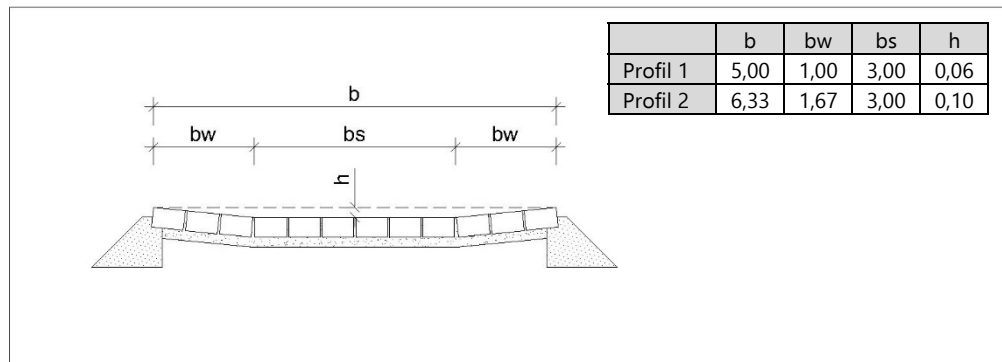


Abb. 4: Querschnitt Straßenüberläufe, lichte Abmessungen in [cm]

Die Bemessung der Straßenüberläufe erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als offenes, wandraues Gerinne.

3.2.5 Rahmendurchlässe

Die Rahmendurchlässe werden als Rechteckgerinne ausgeführt. Die Durchlässe bestehen aus Beton und werden für Schwerlastverkehr ausgelegt. Die Bettung erfolgt in

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Magerbeton innerhalb des Straßenunterbaus. Die Zu- und Auslaufbereiche der Rahmendurchlässe werden mit z.B. in Magerbeton verlegten Wasserbausteinen CP 90/250 gemäß DIN EN 13383-1 /7/ befestigt.

Die lichten Abmessungen der Rahmendurchlässe ergeben sich aus Abb. 5.

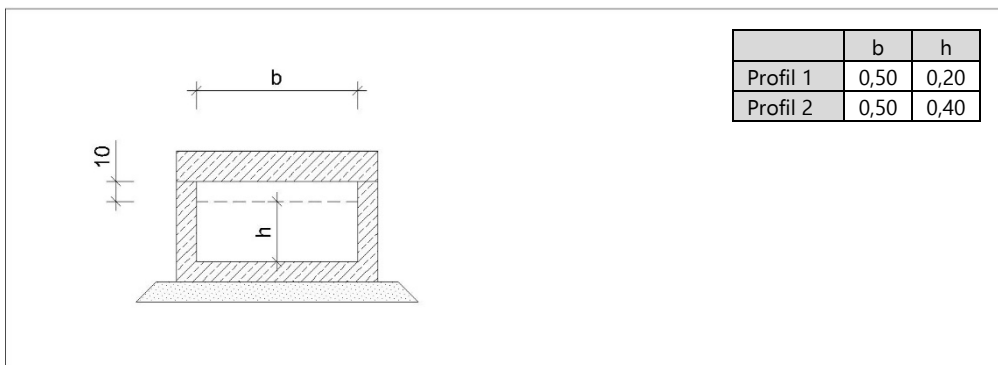


Abb. 5: Querschnitt Rahmendurchlässe, lichte Abmessungen in [m]

Die Bemessung der Rahmendurchlässe erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als offenes, wandraues Gerinne unter Berücksichtigung eines mindestens 10 cm hohen Freiraums über dem Bemessungswasserspiegel.

3.2.6 Rohrleitungen

Rohrleitungen werden in Teillängen dort verlegt, wo Gräben und Mulden sowie der Zulaufbereich der Entwässerungsschicht in den Deponierandgraben aufgrund sonstiger technischer Einrichtungen überbaut werden muss. In diesen Bereichen werden PEHD-Teilsickerrohrleitungen verwendet. Die Bettung dieser Rohrleitungen erfolgt in Kies oder Schotter gemäß den Detailzeichnungen zur Planung der Kapazitätserhöhung.

Im Bereich, in welchem die Plateaufzufahrt den Deponierandgraben quert, sowie zur Verbindung der Randgrabenabschnitte Ost und West werden Betonrohrleitungen eingebaut. Zur gedrosselten Ableitung des in den Deponierandgräben gefassten

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Oberflächenwassers in die Vorflut werden zudem Transportleitungen als Vollrohrleitungen z.B. aus Beton verlegt.

Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als geschlossenes Gerinne bei Vollenfüllung. Die verschiedenen geplanten Rohrleitungen können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tab. 1: Rohrleitungen Querschnittsabmessungen und Material

	Nenndurchmesser DN [mm]	Material	Druckstufe ³
Teilsickerrohr im Bereich Schachtes B5	180	PEHD	SDR17
Teilsickerrohr im Bereich Raubettmulden	180	PEHD	SDR17
Teilsickerrohr im Bereich Plateaufzufahrt	250	PEHD	SDR17
Teilsickerrohr im Bereich Verbindung Graben Ost und West	250	PEHD	SDR17
Vollrohr Durchlass Plateaufzufahrt	1200	Beton	-
Vollrohr Durchlass Verbindung Graben Ost und West	1200	Beton	-
Vollrohr Drosselbauwerken bis Einleit- stelle Süd 1	600	Beton	-
Vollrohr der Ablaufleitungen der Drossel- und Kontrollschächte des bauzeitigen Abfanggrabens	140	PEHD	SDR17

³ Die statischen Nachweise für die Rohrleitungen sind durch das bauausführende Unternehmen zu erbringen, Die hier aufgeführten Druckstufen verstehen sich als vorläufige Annahme.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

3.2.7 Entwässerungsschicht

Die Entwässerungsschicht wird in Anlehnung an DIN 19667 /5/ aus z.B. gewaschenem Kies oder doppelt gebrochenem Splitt der Körnung 16/32 mm hergestellt. Sie wird vollflächig in einer Schichtstärke von mindestens 30 cm oberhalb der Abdichtungskomponente des Oberflächenabdichtungssystems eingebaut. Zum Schutz der Abdichtungskomponente wird zwischen Abdichtung und Kies ein Schutzvlies verlegt, welches für diese Anwendung durch die BAM zugelassen ist. Oberhalb der Entwässerungsschicht wird ebenfalls ein durch die BAM zugelassenes Vlies eingebaut. Es dient als Trenn- und Filterschicht gegenüber der Rekultivierungsschicht. Alternativ kann hier auch eine filterstabile mineralische Zwischenlage eingebaut werden.

Die Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht erfolgt gemäß GDA-Empfehlung E 2-20 /13/ nach dem Berechnungsansatz von Schmidt /15/.

3.2.8 Deponierandgräben

Die Deponierandgräben Ost und West werden als Trapezgerinne hergestellt. Die Sohldichtung erfolgt mittels einer 2,0 mm starken Kunststoffdichtungsbahn, welche durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) für Beckenabdichtungen zugelassen ist. Das Fließbett bildet eine ca. 50 cm mächtige Schotterlage z.B. der Körnung 32/63 mm, die mit Oberboden vermengt und angesät ggf. auch gezielt bepflanzt wird. Der Oberbodenanteil beträgt ca. 30 Vol.-%. Zum Schutz der Abdichtungsbahn wird zwischen Abdichtung und Fließbett ein Schutzvlies verlegt, welches für diese Anwendung durch die BAM zugelassen ist.

Die Deponierandgräben Ost und West werden als gefällelose Gräben ausgeführt und sollen dauerhaft über einen Wasserstau von 25 cm über Grabensohle verfügen. Die lichten Abmessungen beider Randgräben ergeben sich wie folgt.

Die Bemessung der Deponierandgräben Ost und West erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 117 /9/ nach dem einfachen Verfahren sowie für den Überflutungsnachweis entsprechend der DIN 1986-100 /4/.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Tab. 2: Querschnittsabmessungen Deponierandgraben Ost und West, lichte Abmessungen entsprechend Abb. 3

	Breite b [m]	Sohlbreite bs [m]	Wangen- breite bw [m]	Höhe h [m]
Randgraben Ost	6,00	1,00	2,50	1,25
Randgraben West	6,00	1,00	2,50	1,25

3.2.9 Notüberlauf Deponierandgraben

Die Notüberläufe sollen sicherstellen, dass die Randdämme der Deponierandgräben Ost und West im Überflutungsfall keinen Schaden nehmen. Sie werden durch Absenken des Wartungsweges entlang des Randgrabens ausgebildet. Der Wartungsweg sowie die Böschung des umlaufenden Randdamms werden im Bereich der Notüberläufe zur Sicherung gegen Erosionsschäden mit z.B. in Splitt verlegten Rasengittersteinen oder Betonsteinpflaster befestigt.

Die Bemessung der Notüberläufe erfolgt für ein hundertjährliches, fünfzehnminütiges Regenereignis (vgl. Anlage 6).

3.2.10 Auslauf- und Drosselbauwerk

Das Auslauf- und Drosselbauwerke Ost besteht aus einem werkseitig vorgefertigten Betonbauwerk, welches mit einem beweglichen Überlaufwehr ausgestattet wird und der Regelung des Dauerstaus in den Deponierandgräben dient sowie einem nachgeschalteten Schacht, der mit einer z.B. aufschwimbaren Drossel ausgestattet ist. Die Drossel wird für die zulässigen Einleitmengen in die Vorfluter ausgelegt. Zu Kontroll- und Wartungszwecken wird das Auslauf- und Drosselbauwerk mit Schiebern ausgestattet (vgl. Plan Nr. 620 der Entwurfsplanung).

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

3.2.11 Rohrleitungen zum Vorfluter

Ausgehend vom Drosselschacht wird eine Betonrohrleitung zum Hauptentwässerungsgraben Moorfleet geführt. Das Böschungsstück der Rohrleitung wird mit einem Auslaufgitter ausgestattet. Der Auslaufbereich wird mit z.B. in Magerbeton verlegten Wasserbausteine CP 90/250 gemäß DIN EN 13383-1 /7/ befestigt.

Die Bemessung der Rohrleitung erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als geschlossenes Gerinne (vgl. Kap.3.2.6).

3.2.12 bauzeitiger Abfanggraben

Der bauzeitige Abfanggraben erhält eine Sohldichtung mittels einer 2,0 mm starken Kunststoffdichtungsbahn, welche durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) für Beckenabdichtungen zugelassen ist. Zur Sicherung gegen mechanische Beschädigungen und zur Windsogsicherung wird das Grabenprofil mit einer ca. 50 cm mächtigen Lage aus Sand ausgekleidet. Sofern diese Sandlage eine Körnung von 0/2 mm überschreitet, soll zum Schutz der Abdichtungsbahn zwischen Abdichtung und Sand ein Schutzvlies verlegt werden. Der bauzeitige Abfanggraben wird als gefälleloser Graben und als Rückhalteraum ausgeführt. Die lichten Abmessungen des Grabens ergeben sich je nach Ausbauzustand der Oberflächenabdichtung wie folgt.

Tab. 3: Querschnittsabmessungen bauzeitiger Abfanggraben, lichte Abmessungen entsprechend Abb. 3

Rekultivierungsab-schnitt ⁴	Breite b [m]	Sohlbreite bs [m]	Wangen-breite bw [m]	Höhe h [m]
1	7,65	4,25	1,70	0,85
2	5,15	1,75	1,70	0,85

⁴ Es handelt sich um die exemplarisch geplanten Bauabschnitte zur Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems gemäß Plan Nr. 145 zur Vorhabenplanung.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

In Anlage 7 erfolgt die Bemessung des Rückhalteriums für ein fünfjähriges Starkregenereignis nach dem einfachen Bemessungsverfahren gemäß DWA-Arbeitsblatt A 117 /9/ sowie der Überflutungsnachweis nach DIN1986-100 /4/.

Die Ableitung des im bauzeitigen Abfanggraben gefassten und gesammelten Niederschlagswassers erfolgt z.B. über PEHD-Schachtringe DN1500, welche als Schlammfang dienen sollen sowie nachgeschaltete Drossel- und Kontrollschächte (vgl. Plan Nr. 630 der Entwurfsplanung). Aus baubetrieblichen Gründen, insbesondere der abschnittsweisen Herstellung des bauzeitigen Abfanggrabens, sollen mehrere dieser Ablaufkombinationen im Graben angeordnet werden. Von den Drossel- und Kontrollschächten aus wird das Oberflächenwasser über Vollrohrleitungen dem vorhandenen Sickerwasserschacht G4 und im Weiteren der klärtechnischen Anlage zugeführt. Sollte das Oberflächenwasser aus den aktiven Einbauflächen direkteinleitfähig sein, soll es dem Deponierandgraben und im Weiteren dem Vorfluter zugeleitet werden.

Eine exemplarische Darstellung dieses temporären Entwässerungssystems ist im Lageplan Nr. 146 zur Vorhabenplanung dargestellt.

Die temporäre Ableitung des Oberflächenwassers vom offenen Deponiekörper erfolgt über PEHD-Vollrohrleitungen, welche innerhalb der Rekultivierungsschicht verlegt werden. Die Ablaufleitungen der Drossel- und Kontrollschächte werden in einem Rohrdurchmesser DN140 (da160 PE100 SDR17) ausgeführt, um die Spülbarkeit und Kontrollierbarkeit zu gewährleisten. Diese Leitungen werden in einer Sammelleitung zusammengeführt. Die Sammelleitung wird in einem Rohrdurchmesser DN220 (da225 PE100 SDR17) ausgeführt. Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 110 /8/ als geschlossenes Gerinne bei Vollfüllung.

Während der Abfanggraben sowie die zugehörigen Schächte mit Stilllegung der Deponie zurückgebaut werden, sollen die in der Rekultivierungsschicht verlegten Rohrleitungen lediglich geschlossen oder verdämmt werden und an Ort und Stelle verbleiben.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

4 Berechnungsgrundlagen und -methoden

4.1 Offene Gerinne lt. Arbeitsblatt DWA-A 110

Der Fließquerschnitt und der benetzte Umfang eines Gerinnes ergeben sich in Abhängigkeit der Querschnittsgeometrie aus den folgenden Gleichungen. Projektspezifisch wird für Mulden ein Kreisabschnittsquerschnitt gewählt. Gräben werden als Trapezgerinne bemessen. Rahmendurchlässe werden entsprechend ihrer Form als Rechteckgerinne berechnet. Zwar handelt es sich bei den Rahmendurchlässen um geschlossene Bauteile, für den Bemessungsfall wird jedoch eine freie Wasserspiegelfläche mit einem Freibord zur Gerinneabdeckung von mindestens 10 cm unterstellt, so dass die hydraulischen Verhältnisse dem eines offenen Gerinnes entsprechen.

Kreisabschnittsgerinne:

$$[\text{GL. 1}] \quad A = r^2 * (\alpha - \sin \alpha) / 2$$

$$\text{mit: } \alpha = 4 * \arcsin \sqrt{\frac{h}{2r}} \quad r = \frac{\frac{1}{4}s^2 + h^2}{2h} \quad h = 2r \sin^2(\alpha/4)$$

$$[\text{GL. 2}] \quad l_u = 2r * 2 * \arcsin \sqrt{\frac{h}{2r}}$$

A ...Fließquerschnitt in m^2
 l_u ...benetzter Umfang in m
 r ...Radius des Kreisabschnitts in m
 α ...Mittelpunktwinkel in $^\circ$
 h ...Höhe des Kreisabschnittes bei Vollfüllung in m

Trapezgerinne:

$$[\text{GL. 3}] \quad A = \frac{(b + b_s)}{2} * h$$

$$[\text{GL. 4}] \quad l_u = b_s + 2 * \sqrt{h^2 + b_w^2}$$

A ...Fließquerschnitt in m^2
 l_u ...benetzter Umfang in m

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

h ...Höhe des Gerinnes bei Vollenfüllung in m

b_s ...Breite des Gerinnes an der Gerinnesohle in m

b ...Breite des Gerinnes an der Gerinneoberkante in m

Rechteckgerinne:

$$[GL. 5] \quad A = (h * b)$$

$$[GL. 6] \quad l_u = (h + b + h)$$

A ...Fließquerschnitt in m²

l_u ...benetzter Umfang in m

h ...Höhe des Gerinnes bei Vollenfüllung in m

b ...Breite des Gerinnes an der Gerinnesohle in m

Der hydraulische Radius eines Gerinnes ist das Verhältnis des Durchflussquerschnitts zu dem den Fließquerschnitt begrenzenden benetzten Umfang. Er ergibt sich aus der folgenden Gleichung.

$$[GL. 7] \quad r_{hy} = \frac{A}{l_u}$$

r_{hy} ...hydraulischer Radius in m

A ...Fließquerschnitt in m²

l_u ...benetzter Umfang in m

Die Fließgeschwindigkeit in einem offenen Gerinne wird mittels folgender Gleichung ermittelt:

$$[GL. 8] \quad v = k_{St} * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * J_E^{\frac{1}{2}}$$

v ...Fließgeschwindigkeit in m/s

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

k_{St} ...Beiwert nach Manning-Strickler in $\frac{m^{\frac{1}{3}}}{s}$ (vgl. Kap. 5.4)

r_{hy} ...hydraulischer Radius in m

J_E ...Energienliniengefälle in %, vereinfachend wird das Energienliniengefälle dem Sohlengefälle gleichgesetzt

Der maximal mögliche Abfluss in einem Gerinne ergibt sich mit vorgenannten Grundlagen aus Gleichung [GL. 9].

$$[GL. 9] \quad Q = A * k_{St} * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * J_E^{\frac{1}{2}} \quad \text{in m}^3/s$$

Q ...Abfluss in m³/s

A ...Fließquerschnitt in m²

k_{St} ...Beiwert nach Manning-Strickler in $\frac{m^{\frac{1}{3}}}{s}$ (vgl. Kap. 5.4)

r_{hy} ...Hydraulischer Radius in m

J_E ...Energienliniengefälle

4.2 Geschlossene Gerinne bei Vollfüllung lt. Arbeitsblatt DWA-A 110

Laut Arbeitsblatt DWA-A 110 /8/ orientiert sich die Dimensionierung von Abwasserleitungen und -kanälen „normalerweise an der Vollfüllung, wobei diese nicht voll ausgenutzt werden sollte. Erreicht der Bemessungsabfluss 90 % des Abflussvermögens, wird empfohlen, den nächstgrößeren Querschnitt zu wählen.“

Dieser rechnerische Abschlag berücksichtigt

- zulässige Nenngößenunterschreitungen (vgl. DIN 4263, Abschnitt 2.1 /3/)
- Querschnittsverringerung bis 3 % der Querschnittsfläche durch Ablagerungen, auch wenn die Rohrleitungen regelmäßig gewartet werden,
- Gleichsetzung der wirklichen Kanallänge mit ihrer Projektion in die zweidimensionale Ebene.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Der maximal mögliche Abfluss in Rohrleitungen ergibt sich aus der allgemeine Abflussformel für Kreisprofile wie folgt:

$$[\text{GL. 10}] \quad Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} * \left(-2 \lg \left[\frac{2,51 \cdot v}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right] * \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E} \right) * 0,9$$

Q ...maximal mögliche Abfluss in l/s

d ...Kreisrohrdurchmesser in m

v ...Fließgeschwindigkeit in m/s

J_E ...Energienliniengefälle in %, vereinfachend wird das Energienliniengefälle dem Sohlengefälle gleichgesetzt

k ...Wandrauheit in m gemäß Tabelle 4, DWA-A 110

π ...Kreiszahl

0,9 ...rechnerischer Abschlag

Die Fließgeschwindigkeit wird dabei aus dem Quotienten aus Abfluss und Querschnittsfläche gebildet.

$$[\text{GL. 11}] \quad v = \frac{Q}{A}$$

v ...Fließgeschwindigkeit m/s

Q ...Abfluss in m³/s

A ...Fließquerschnitt in m²

4.3 Regenrückhalteräumen lt. Arbeitsblatt DWA-A 117

Die Ermittlung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens kann nach Arbeitsblatt DWA-A 117 /9/ mit dem einfachen Verfahren durchgeführt werden, wenn zur Bemessung kein Berechnungsverfahren vorgeschrieben ist, das Einzugsgebiet eine Größe von 200 ha nicht überschreitet, die Fließzeiten nicht mehr als 15 Minuten betragen

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

und eine Drosselabflussspende von 2,0 l/(s*ha) nicht unterschritten wird. Alternativ kann eine Niederschlag-Abfluss-Langzeit-Simulation durchgeführt werden.

Im hier vorliegenden Fall wird das einfache Verfahren angewandt. Bei der Bemessung wird u.a. über die Fläche, die Fließzeit und einen Belastungsansatz für den Niederschlag das erforderliche Rückhaltevolumen festgelegt.

Das spezifische Volumen, bezogen auf die undurchlässige Fläche A_u wird wie folgt berechnet.

$$[\text{GL. 12}] \quad V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R}) * D * f_z * f_a * 0,06$$

$V_{s,u}$...Spezifisches Volumen des Rückhalterumes, bezogen auf die undurchlässige Fläche A_u in m^3 / ha

$r_{D,n}$...Regenspende bei einer bestimmten Regendauer D und Regenhäufigkeit n in l/(s*ha) (Bemessungsregenspende, vgl. Kap.5.2)

$q_{Dr,R}$...Regenteil der Drosselabflussspende für die undurchlässige Fläche A_u in l/(s*ha) (vgl. [GL. 15])

D ...Dauerstufe bzw. Regendauer in min (vgl. Kap.5.2)

f_z ...Zuschlagsfaktor (vgl. Kap. 5.7)

f_a ...Abminderungsfaktor (vgl. [GL. 16])

0,06 ...Dimensionsfaktor

Das Volumen des Rückhalterums ergibt sich dann mit:

$$[\text{GL. 13}] \quad V = V_{s,u} * A_u \quad \text{in } \text{m}^3$$

V ...Volumen des Rückhalterums in m^3

$V_{s,u}$...spezifisches Volumen, bezogen auf die undurchlässige Fläche A_u in m^3 / ha

A_u ...undurchlässige Fläche in ha

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Die Drosselabflussspende ist der reduzierte Abfluss am Ablauf eines Regenrückhalte-
raums, der sich auf eine bestimmte Fläche bezieht. Die Drosselabflussspende ergibt
sich wie folgt:

$$[\text{GL. 14}] \quad q_{Dr} = \frac{Q_{Dr}}{A}$$

q_{Dr} ...Drosselabflussspende in l/(s*ha)

Q_{Dr} ...Drosselabfluss in l/s

A ...Bezugsfläche in ha

Der Regenanteil der Drosselabflussspende berechnet sich mit:

$$[\text{GL. 15}] \quad q_{Dr,R} = \frac{Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}}{A}$$

$q_{Dr,R}$...Regenanteil der Drosselabflussspende in l/(s*ha)

Q_{Dr} ...Drosselabfluss in l/s

$Q_{T,d,aM}$...mittlerer täglicher Trockenwetterabfluss im Jahresmittel in l/s

A ...Bezugsfläche in ha

Laut Arbeitsblatt DWA- A 117 /9/, werden Zuflussganglinien zu Regenrückhalteräu-
men durch Abflusskonzentrations- und Transportprozesse gedämpft. Dieser Dämp-
fungsprozess beeinflusst das erforderliche Volumen in Abhängigkeit von der Fließ-
zeit, der Drosselabflussspende und der Überschreitungshäufigkeit und wird durch
den Abminderungsfaktor (f_A) berücksichtigt. Da es sich hierbei um eine empirische
Formel handelt, wird folgender Gültigkeitsbereich definiert:

- $0 \text{ min} \leq t_f \leq 30 \text{ min}$
- $2 \text{ l/(s * ha)} \leq q_{Dr,R} \leq 40 \text{ l/(s * ha)}$
- $0,1/a \leq n \leq 1,0/a$

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Bei Werten außerhalb dieses Bereiches ist die Anwendung der empirischen Funktion nicht zulässig.

Der Abminderungsfaktor ergibt sich wie folgt.

$$[\text{GL. 16}] \quad f_A = (0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134)$$

f_A ...Abminderungsfaktor (empirische Funktion)

n ...Überschreitungshäufigkeit in 1/a

f_1 ...Hilfsfunktion mit:

$$f_1 = 1 - \left(1,00 * 10^{-10} * t_f^3 - 8,00 * 10^{-9} * t_f^2 + 1,00 * 10^{-8} * t_f \right) * q_{Dr,R}^3 + \\ \left(1,60 * 10^{-8} * t_f^3 - 9,15 * 10^{-7} + 1,14 * 10^{-6} * t_f \right) * q_{Dr,R,u}^2 + \\ \left(1,80 * 10^{-7} * t_f^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_f^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_f \right) * q_{Dr,R}$$

t_f ...Fließzeit in min

$q_{Dr,R}$...Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche

4.4 Niederschlagsabfluss lt. Arbeitsblatt DWA-A 118

Das Zeitbeiwertverfahren ist die am häufigsten eingesetzte hydrologische Berechnungsmethode für den Kanalabfluss, die auf empirischen Ansätzen beruht. Gemäß des Arbeitsblattes DWA-A 118, wird mit dem Zeitbeiwertverfahren der größte Regenabfluss unter der Annahme ermittelt, dass die Fließzeit im Kanalnetz gleich der maßgegebenen Regendauer ist.

$$[\text{GL. 17}] \quad Q_R = r_{D,n} * \psi_s * A_{E,k}$$

Q_R ...maßgeblicher Regenabfluss in l/s

$r_{D,n}$...Regenspende bei einer bestimmten Regendauer D und Regenhäufigkeit n in l/(s*ha)

ψ_s ...Spitzenabflussbeiwert (vgl. Kap. 5.3)

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

$A_{E,k}$...Einzugsgebietsfläche in ha

4.5 Entwässerungsschicht lt. GDA-Empfehlung E 2-20

Gemäß der GDA Empfehlung E 2-20 wird die Bestimmung des maximalen Aufstaus bei stationären Verhältnissen folgendermaßen definiert: „Auf der Basis der 1. Näherungslösung von Boussinesq (hangparallele Strömung) wurde von SCHMID, 1993 eine explizite Lösung für die Bestimmung des maximalen Aufstaus bei der Ableitung der Dränspende in einen talseitigen Drän, z.B. ein Sickerrohr oder Entwässerungsgraben aufgestellt. Bei der Lösung sind 3 Fälle von Parameterkonstellationen zu unterscheiden.“

$$\text{Fall A: } \Delta = 4 * \left(\frac{q_s}{k_x} \right) - \tan^2 \alpha > 0$$

In diesem Fall gilt:

$$[\text{GL. 18}] \quad a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} * l'_s * \exp \left[\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\Delta}} * \left(\arctan \frac{k_x * \tan^2 \alpha - 2q_s}{k_x * \tan(\alpha) * \sqrt{\Delta}} - \arctan \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\Delta}} \right) \right]$$

$$\text{Fall B: } \Delta = 4 * \left(\frac{q_s}{k_x} \right) - \tan^2 \alpha = 0$$

In diesem Fall gilt:

$$[\text{GL. 19}] \quad a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} * l'_s * \frac{1}{e} \quad e = \text{Euler'sche Zahl}$$

$$\text{Fall C: } \Delta = 4 * \left(\frac{q_s}{k_x} \right) - \tan^2 \alpha < 0$$

In diesem Fall gilt:

$$[\text{GL. 20}] \quad a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} * l'_s * \left| \frac{-2 * q_s + k_x * \tan(\alpha) * (\tan(\alpha) - \sqrt{-\Delta})}{-2 * q_s + k_x * \tan(\alpha) * (\tan(\alpha) + \sqrt{-\Delta})} * \frac{\tan(\alpha) + \sqrt{-\Delta}}{\tan(\alpha) - \sqrt{-\Delta}} \right| \wedge \frac{\tan(\alpha)}{2 * \sqrt{-\Delta}}$$

Δ ...maximaler Aufstau bei stationären Verhältnissen

$a'_{\max}$...maximaler Aufstau über der Sohle in m

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

- x' ...Koordinate, hangparallel in m
 l'_s ...maximale Zulaufstrecke zum Drän (hangparallel) in m
 q_s ...Dränspende in m/s
 k_x ...Durchlässigkeitsbeiwert in x-Richtung in m/s
 α ...Böschungsneigung in °

4.6 Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100

Gemäß DIN 1986-100 /4/ muss der Nachweis für eine schadlose Überflutung des Grundstücks für ein mindestens dreißigjähriges Regenereignis erbracht werden. Die Bemessung ist für einen fünfminütigen, einen zehnminütigen sowie einen fünfzehnminütigen Regen durchzuführen. Das größte erforderliche Rückhaltevolumen ist maßgebend.

$$[\text{GL. 21}] \quad V_{\text{Rück,erf.}} = \left(\frac{r(D,30) * A}{1000} - Q_{dr} \right) * \frac{D * 60}{1000}$$

- $V_{\text{Rück,erf.}}$...Regenanteil der Drosselabflussspende in l/(s*ha)
 $r_{D,n}$...Regenspende bei einer bestimmten Regendauer D und Regenhäufigkeit n in l/(s*ha)
 A ...Bezugsfläche in ha
 Q_{Dr} ...Drosselabfluss in l/s
 D ...Dauerstufe bzw. Regendauer in min

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

5 Bemessungsansätze

5.1 Überschreitungshäufigkeit

Die Häufigkeit des Bemessungsregens für die Dimensionierung der Gräben, Mulden, Straßenüberläufe und Durchlässe wird entsprechend den Vorgaben der DIN EN 752 /6/ für Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete bei Bemessung mit Überflutungsprüfung auf ein Mal innerhalb von zwei Jahren festgelegt.

Das Entwässerungskonzept ist nach Abstimmung mit der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) der Freien und Hansestadt Hamburg derart zu gestalten, dass es bei einem 30-jährlichen Regenereignis nicht zum Übertritt von Oberflächenwasser auf Nachbargrundstücke kommt. Für die Auslegung der Deponierandgräben werden deshalb folgende gemäß DIN EN 752 /6/ empfohlenen Überschreitungshäufigkeiten angesetzt:

- Häufigkeit des Bemessungsregens entsprechend den Vorgaben der DIN für Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete bei Bemessung ohne Überflutungsprüfung: fünfjährliches Regenereignis
- Häufigkeit des Bemessungsregens für die Prüfung der Überflutungssicherheit: 30-jährliches Regenereignis

Für die Auslegung des bauzeitigen Abfanggrabens am Übergang des offenen Einbaubereiches zur Rekultivierungsfläche werden die gleichen Ansätze gewählt.

5.2 Niederschlagsspende

Zur Festlegung der für die Bemessung der Entwässerungselemente maßgeblichen Niederschlagsspende wird die koordinierte Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2010, vgl. Anlage 1) zu Grunde gelegt. Die Niederschlagsmengen werden entsprechend den o.g. Überschreitungshäufigkeiten angesetzt.

Für die Bemessung der Gräben, Mulden, Straßenüberläufe und Durchlässe wird ein Wiederkehrintervall von $T = 2$, d.h. alle 2 Jahre, gewählt (vgl. Kap.5.2). In Anlehnung an die Vorgaben zur Kanalnetzberechnung laut Tabelle 4, DWA-Arbeitsblatt A 118

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

/10/ wird eine maßgebende kürzeste Niederschlagsdauer von $D = 10$ Minuten für eine mittlere Geländeneigung $> 4 \%$ und einen Befestigungsgrad $< 50 \%$ angenommen.

Laut KOSTRA-DWD (vgl. Anlage 1) ergibt sich eine Niederschlagsspende von $r_{10,2} = 145 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$. Unter Berücksichtigung des Toleranzbetrags von 13% (vgl. Anlage 1) ergibt sich eine Bemessungsniederschlagsspende von $r_{10,2} = 163,85 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$.

Für die Bemessung der Deponierandgräben Ost und West sowie den bauzeitigen Abfanggraben wird ein Wiederkehrintervall von $T = 5$ bzw. $T = 30$ berücksichtigt (vgl. Kap. 5.1). Die maßgebende kürzeste Niederschlagsdauer ergibt sich iterativ aus dem Berechnungsverfahren nach DWA-Arbeitsblatt A 117 /9/ (vgl. Kap. 4.2).

5.3 Abflussbeiwerte

Für Kanalnetzberechnungen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft ergeben sich die Spitzenabflussbeiwerte aus dem Arbeitsblatt DWA-A 118 /10/. Bei einem 15-minütigen Regen und einem Befestigungsgrad von 0% sowie einer Böschungsneigung $> 10 \%$ sind demnach Spitzenabflussbeiwerte von $\psi_s = 0,2$ bis $\psi_s = 0,75$ anzunehmen. Laut DWA-Merkblatt M153 /11/ werden für Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem mittlere Abflussbeiwerte für steiles Gelände von $\psi_m = 0,1$ bis $0,3$ und für flaches Gelände von $\psi_m = 0$ bis $0,1$ empfohlen.

Die im DWA-Arbeitsblatt A 118 /10/ für unbefestigte Flächen empfohlenen Spitzenabflussbeiwerte führen oftmals zu einer Überdimensionierung der Entwässerungselemente auf Deponien. Im Arbeitsblatt DWA-A 118 /10/ heißt es unter Kapitel 5.3.1.2: „Die angeführten Spitzenabflussbeiwerte gelten nur für Fließlängen von 40 m bis 70 m . Sie liefern insbesondere bei nicht oder gering befestigten (Teil-) Einzugsgebieten mitunter unzutreffende Abflusswerte“. Das Arbeitsblatt lässt somit anderweitige Beiwerte zu.

Innerhalb der hydraulischen Berechnungen fließen Spitzenabflussbeiwerte an verschiedenen Stellen in die Nachweisverfahren. Um den speziellen Abflussverhältnissen auf einem Deponiekörpers gerecht zu werden, wurden die Spitzenabflussbeiwerte entsprechend gewählt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

Für die rekultivierte Deponie Feldhofe werden die Spitzenabflussbeiwerte auf den Deponieböschungen in Abhängigkeit von der Fließlänge (L) wie folgt angesetzt:

- $L < 100 \text{ m} \rightarrow \psi_s = 0,15$
- $L > 100 \text{ m} \rightarrow \psi_s = 0,10$

Beobachtungen rekultivierter Deponien und Deponieabschnitte zeigen, dass auf einem nahezu unbefestigten Deponiekörper ein großer Teil des Niederschlages versickert oder verdunstet, so dass der Anteil des oberflächlich abfließenden Niederschlages sehr gering ist.

Die hier angenommenen Spitzenabflussbeiwerte berücksichtigen den Umstand, dass bei Messungen des Oberflächenabflusses auf einer rekultivierten Deponie laut Tresselt /17/ effektive Oberflächenabflüsse von lediglich 1,5 % des Gesamtniederschlages festgestellt wurden, und somit ein Abflussbeiwert von 0,1 bereits auf der sicheren Seite liegen kann. Neben Tresselt /17/ berichtete auch Behling /2/ über die Auswertung von 29 in Deutschland betriebenen Deponietestfeldern, bei welchen der Oberflächenwasserabfluss nach wenigen Jahren der Vegetationsentwicklung vielfach gegen Null tendierte.

Für asphaltierte Bereiche wird ein Spitzenabflussbeiwerte von $\psi_s = 0,90$ angesetzt. Die mit einem Schotteraufbau und Schotterrasen ausgebauten Betriebswege werden aufgrund des geringen Anteils an der Gesamtfläche analog zu den sonstigen unbefestigten Flächen betrachtet.

Für den Nachweis der Überflutungssicherheit nach DIN1986-100 /4/ wurden die o.g. Spitzenabflussbeiwerte gemittelt und auf 0,30 erhöht.

Für den Nachweis der bauzeitigen Abfanggräben wurde unabhängig von der Fließlänge mit einem Spitzenabflussbeiwert von 0,15 gerechnet. Für den Nachweis der Überflutungssicherheit nach DIN1986-100 /4/ wurde dieser Spitzenabflussbeiwert auf 1,00 erhöht.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

5.4 Manning/Strickler-Beiwert

Die Strickler-Beiwerte für verschiedene Werkstoffe, deren Art, Form und Zustand können der einschlägigen Literatur bzw. verschiedenen Tabellenwerken entnommen werden u.a. Schneider, Bautabellen /16/. Folgende Beiwerte werden für die hiermit vorliegenden Berechnungen gewählt:

- Für Mulden und Gräben wurde der Beiwert für *Erdkanäle und Gräben, stark bewachsen* mit $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt.
- Für die Raubettmulden wurde ein Beiwert für *Gerinne mit groben Steinen ausgekleidet* mit $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt.
- Für die Straßenüberläufe wurde ein Beiwert für *Gerinne mit festem oder feinem Material ausgekleidet* mit $k_{St} = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt.
- Für die Rahmendurchlässe wurde ein Beiwert für *Beton, geglättet* mit $k_{St} = 85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angenommen.

5.5 Dränabfluss

Laut GDA-Empfehlung E 2-20 /13/ haben Berechnungen und Messungen gezeigt, dass hohe Dränspenden, die mindestens an 99 % aller Tage unterschritten werden, in einer Größenordnung von 10 mm/d liegen. Tagesspitzenwerte wurden in Deutschland mit 25 mm/d bis 35 mm/d gemessen.

Bei einer stationären Bemessung, wie im Zuge der hiermit vorliegenden Berechnungen erfolgt, kann gemäß GDA-Empfehlung E 2-20 /13/ i.d.R. auf einen projektspezifischen Nachweis verzichtet werden, wenn eine maßgebliche Dränspende von $q_s = 25 \text{ l}/(\text{m}^2 \times \text{d}) = 25 \text{ mm}/\text{d}$ angesetzt wird.

Projektspezifische Modellierungen der Dränspende mit dem Berechnungsprogramm HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance), wie in der GDA-Empfehlung E 2-20 /13/ vorgeschlagen, werden seitens der BUKEA als nicht ausreichend angesehen. Insofern wird hier eine Bemessungsdränspende von 25 mm/d angenommen.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

5.6 Durchlässigkeitsbeiwert

In Anlehnung an das LGA-Rundschreiben 96-1 /14/ wurde für die Entwässerungsschicht aus gewaschenem Kies der Körnung 16/32 mm ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k \geq 1 \times 10^{-1}$ m/s unmittelbar nach Baufertigstellung angenommen. In Anlehnung an die innerhalb der DIN 19667 /5/ getroffenen Ansätze, wird dieser Wert für den Nachweis der dauerhaften hydraulischen Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht um eine Zehnerpotenz auf $k \geq 1 \times 10^{-2}$ m/s abgemindert.

5.7 Zuschlagfaktor als Risikomaß

Der Zuschlagsfaktor f_z ist als Risikomaß im Hinblick auf eine mögliche Unterbemessung von Retentionsräumen nach Tabelle 2, DWA-Arbeitsblatt A 117 /9/ festzulegen. Gemäß dem Arbeitsblatt A 117 /9/ wird der Zuschlagfaktor wie folgt begründet:

„Da als Niederschlagsbelastung in einfachen Verfahren statistisch ausgewertete Niederschlagshöhen bzw. Regenspenden mittlerer Intensität zugrunde gelegt werden, ist das erforderliche Volumen eines RRR (Regenrückhalteraum) im Allgemeinen etwas geringer, als es sich im Rahmen eines detaillierten Nachweises unter Vorgabe des Niederschlagskontinuums ergibt. Zur Berücksichtigung des Einflusses der Intensitätsvariabilität natürlicher Ereignisse wird daher ein empirischer Zuschlagsfaktor (f_z) angesetzt, der diesen verfahrensbedingten Unterschieden in den Ergebnissen Rechnung trägt. Der Zuschlagsfaktor basiert auf Auswertungen einer Vielzahl kontinuierlicher Langzeitsimulation (Huhn 1999) und ist als Riskomaß im Hinblick auf eine mögliche Unterbemessung festzulegen.“

Laut DWA-A 117 /9/ ist für ein geringes Risiko ein Faktor von 1,20, für ein mittleres Risiko ein Faktor von 1,15 und für ein hohes Risiko ein Faktor von 1,10 anzunehmen.

Für die Bemessung des Retentionsraumes der Deponierandgräben Ost und West sowie des bauzeitigen Abfanggrabens wurde hier ein mittleres Risikomaß mit $f_z = 1,15$ unterstellt.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung****5.8 Drosselabfluss**

Der Drosselabfluss der Deponierandgräben Ost und West entspricht der zulässigen Einleitmenge in den Vorfluter. Diese richtet sich nach den Schutzziele für das aufnehmende Gewässer bzw. dessen Ableitvermögen. Der Drosselabfluss muss zwischen dem Betreiber einer Abwasseranlage und der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

Eine zulässige Einleitmenge in den Hauptentwässerungsgraben Moorfleet von 5,0 l/s x ha wurde von dem Bezirksamt Bergedorf in Aussicht gestellt.

Der Drosselabfluss des bauzeitigen Abfanggrabens wurde unter Berücksichtigung der Behandlungskapazität der klärtechnischen Anlage und unter Berücksichtigung der sonstigen Zuflüsse zur klärtechnischen Anlage mit 3,0 l/s festgelegt. Bzgl. der Darstellungen zur Kapazität der klärtechnischen Anlage wird auf den Anhang 15 des Erläuterungsberichtes zum technischen Entwurf (Bemessung der Betriebsflächenentwässerung) verwiesen.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

6 Zusammenfassung und Ergebnis

Das Oberflächenentwässerungssystem der Baggergutmonodeponie Feldhofe besteht aus den folgenden Entwässerungselementen:

- Gräben, Mulden, Straßenüberläufe, Rahmendurchlässe und Rohrleitungen zur Fassung und Ableitung des oberflächlich abfließenden Niederschlagwassers
- eine Entwässerungsschicht als Bestandteil des Oberflächenabdichtungssystems zur Fassung und Ableitung des durch die Rekultivierungsschicht versickernden Niederschlagwassers
- Deponierandgräben zur Fassung, Ableitung und Rückhaltung des im Bereich der Deponiefläche anfallenden Niederschlagwassers
- ein bauzeitiger Abfanggraben zur Trennung des Niederschlagwassers der bereits rekultivierten Deponiebereiche von den Betriebsbereichen.

Die Bemessung der Entwässerungselemente auf dem rekultivierten Deponiekörper erfolgt für ein zweijährliches Starkniederschlagsereignis. Über das Rückhaltevolumen des Deponierandgrabens wird sichergestellt, dass ein dreißigjähriges Niederschlagsereignis - unter Berücksichtigung des zulässigen Drosselabflusses in den Moorfleeter Hauptentwässerungsgraben - auf der Deponiefläche zurückgehalten wird.

Eine Beschreibung der einzelnen Entwässerungselemente sowie deren planmäßige Abmessungen kann dem Kapitel 3 entnommen werden. Berechnungsgrundlagen und Bemessungsansätze sind den Kapiteln 4 und 5 zu entnehmen. Bei den dort angegebenen Querschnittsabmessungen ist zu berücksichtigen, dass es sich um die Fließquerschnitte handelt. Die Grabenprofile werden entsprechend der Planung zur Kapazitätserhöhung ggf. größer ausgebaut. Eine zeichnerische Darstellung des Entwässerungssystems ist dem Lageplan Nr. 150 (vgl. Anhang 13 des Erläuterungsberichtes zum technischen Entwurf) zu entnehmen.

Bearbeiter:
M. Sc. Ronald Soundy
Dipl.-Ing. Folke Becker

Bremen, November 2024

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung

7 Literatur

- /1/ Bund: DepV
Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, „Verordnung über Deponien und Langzeitlager“ (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009; BGBl. I S. 900, geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 03. Juli September 2024, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
- /2/ Behling, Dirk
Hydrologische Wirksamkeit von Rekultivierungsschichten und ihrem Bewuchs in Testfeldern auf deutschen Deponien“ erschien in der Zeitschrift Müll und Abfall, 42. Jahrgang, November 2011
- /3/ DIN 4263
Kennzahlen von Abwasserkanälen und -leitungen für die hydraulische Berechnung im Wasserwesen, Deutsches Institut für Normung e.V.: Ausgabedatum: Juni 2011
- /4/ DIN 1986-100
Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056, Deutsches Institut für Normung e.V.: Ausgabedatum: Dezember 2016
- /5/ DIN 19667
Dränung von Deponien - Planung, Bauausführung und Betrieb, Deutsches Institut für Normung e.V.: Ausgabedatum: August 2015
- /6/ DIN EN 752
Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement, Deutsches Institut für Normung e.V.: Ausgabedatum: Juli 2017
- /7/ DIN EN 13383-1
Wasserbausteine - Teil 1: Anforderungen, Deutsches Institut für Normung e.V.: Ausgabedatum: Juli 2015

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

- /8/ DWA-A 110
Arbeitsblatt DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., korrigierter Stand, November 2018

- /9/ DWA-A 117
Arbeitsblatt DWA-A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., korrigierter Stand: Februar 2014

- /10/ DWA-A 118
Arbeitsblatt DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., korrigierter Stand: September 2011

- /11/ DWA-M 153
Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., August 2007

- /12/ DWD, KOSTRA 2010
Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 2010

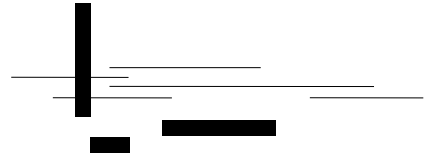
- /13/ GDA E 2-20
GDA-Empfehlungen E2-20, Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. DGGT, Überarbeitung: Mai 2015

- /14/ LGA-Rundschreiben 96-1
Praxisnahe Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit bei natürlichen und gebrochenen mineralischen Kies- und Gesteinskörnungen der Korngruppe 16/32 mm", H.Prühs / H.Quenzler in LGA Impulse, Nr. 1, 1996

- /15/ SCHMID, B.H.
Die maximale Wassertiefe über gleichmäßig beaufschlagten, geneigten Dichtungshorizonten, Wasser und Boden, Heft 9, 1993

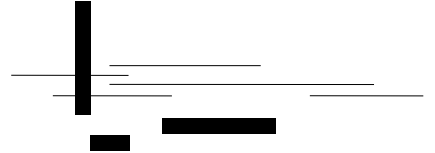
**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

- /16/ Schneider Bautabellen
Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen, Herausgeber: Prof. Dr. Andrej Albert, Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln
- /17/ Tresselt, Karin
Feldversuche zur Wirksamkeit von Oberflächenabdichtungssystemen mit Dichtungen aus Hafenschlick, Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Band 46, Universität Hamburg, Institut für Bodenkunde, 2000



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlagen



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 1

Koordinierte Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes
(KOSTRA-DWD 2020), Niederschlagshöhen und -spenden für Hamburg, Rasterfeld
Spalte 145 / Zeile 84



Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 145, Zeile 84
Bemerkung :

INDEX_RC : 084145

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	5,4	6,6	7,4	8,4	9,8	11,3	12,3	13,6	15,4
10 min	7,1	8,7	9,7	11,0	12,9	14,9	16,2	17,9	20,3
15 min	8,2	10,1	11,2	12,7	14,9	17,2	18,7	20,6	23,4
20 min	9,0	11,1	12,4	14,0	16,4	18,9	20,6	22,7	25,8
30 min	10,3	12,6	14,1	16,0	18,7	21,6	23,4	25,9	29,3
45 min	11,6	14,3	15,9	18,1	21,2	24,4	26,5	29,3	33,3
60 min	12,7	15,6	17,4	19,8	23,2	26,7	29,0	32,0	36,3
90 min	14,3	17,6	19,6	22,3	26,1	30,1	32,7	36,1	40,9
2 h	15,6	19,1	21,4	24,3	28,4	32,7	35,5	39,2	44,5
3 h	17,5	21,5	24,0	27,3	32,0	36,8	40,0	44,2	50,1
4 h	19,1	23,4	26,1	29,7	34,8	40,0	43,5	48,0	54,5
6 h	21,4	26,3	29,4	33,3	39,1	45,0	48,9	53,9	61,2
9 h	24,1	29,6	33,0	37,4	43,9	50,5	54,9	60,6	68,8
12 h	26,1	32,1	35,8	40,7	47,7	54,9	59,6	65,8	74,7
18 h	29,4	36,1	40,2	45,7	53,5	61,6	66,9	73,9	83,9
24 h	31,9	39,2	43,7	49,6	58,1	66,9	72,7	80,2	91,0
48 h	38,8	47,7	53,2	60,4	70,8	81,5	88,6	97,8	111,0
72 h	43,6	53,6	59,7	67,8	79,5	91,5	99,4	109,8	124,6
4 d	47,3	58,1	64,8	73,6	86,3	99,4	107,9	119,1	135,2
5 d	50,4	62,0	69,1	78,5	92,0	105,9	115,0	127,0	144,1
6 d	53,1	65,3	72,8	82,7	96,9	111,6	121,2	133,7	151,8
7 d	55,5	68,2	76,1	86,4	101,2	116,6	126,6	139,8	158,6

Legende

T	Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
D	Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
hN	Niederschlagshöhe in [mm]



Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 145, Zeile 84
Bemerkung :

INDEX_RC : 084145

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	180,0	220,0	246,7	280,0	326,7	376,7	410,0	453,3	513,3
10 min	118,3	145,0	161,7	183,3	215,0	248,3	270,0	298,3	338,3
15 min	91,1	112,2	124,4	141,1	165,6	191,1	207,8	228,9	260,0
20 min	75,0	92,5	103,3	116,7	136,7	157,5	171,7	189,2	215,0
30 min	57,2	70,0	78,3	88,9	103,9	120,0	130,0	143,9	162,8
45 min	43,0	53,0	58,9	67,0	78,5	90,4	98,1	108,5	123,3
60 min	35,3	43,3	48,3	55,0	64,4	74,2	80,6	88,9	100,8
90 min	26,5	32,6	36,3	41,3	48,3	55,7	60,6	66,9	75,7
2 h	21,7	26,5	29,7	33,8	39,4	45,4	49,3	54,4	61,8
3 h	16,2	19,9	22,2	25,3	29,6	34,1	37,0	40,9	46,4
4 h	13,3	16,3	18,1	20,6	24,2	27,8	30,2	33,3	37,8
6 h	9,9	12,2	13,6	15,4	18,1	20,8	22,6	25,0	28,3
9 h	7,4	9,1	10,2	11,5	13,5	15,6	16,9	18,7	21,2
12 h	6,0	7,4	8,3	9,4	11,0	12,7	13,8	15,2	17,3
18 h	4,5	5,6	6,2	7,1	8,3	9,5	10,3	11,4	12,9
24 h	3,7	4,5	5,1	5,7	6,7	7,7	8,4	9,3	10,5
48 h	2,2	2,8	3,1	3,5	4,1	4,7	5,1	5,7	6,4
72 h	1,7	2,1	2,3	2,6	3,1	3,5	3,8	4,2	4,8
4 d	1,4	1,7	1,9	2,1	2,5	2,9	3,1	3,4	3,9
5 d	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5	2,7	2,9	3,3
6 d	1,0	1,3	1,4	1,6	1,9	2,2	2,3	2,6	2,9
7 d	0,9	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]



Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 145, Zeile 84
Bemerkung :

INDEX_RC : 084145

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	10	10	11	12	12	13	13	14	14
10 min	12	13	14	15	16	17	18	18	19
15 min	13	15	16	17	18	19	20	20	21
20 min	14	16	17	18	19	20	21	21	22
30 min	14	16	17	18	20	21	21	22	22
45 min	14	16	17	18	19	20	21	22	22
60 min	13	15	17	18	19	20	21	21	22
90 min	12	15	16	17	18	19	20	20	21
2 h	12	14	15	16	17	18	19	19	20
3 h	10	13	14	15	16	17	18	18	19
4 h	10	12	13	14	15	16	17	17	18
6 h	9	10	11	12	14	15	15	16	17
9 h	8	9	10	11	12	13	14	14	15
12 h	7	9	9	10	11	12	13	14	14
18 h	7	8	8	9	10	11	12	12	13
24 h	7	7	8	9	10	10	11	11	12
48 h	8	8	8	8	8	9	9	10	10
72 h	10	8	8	8	8	9	9	9	10
4 d	11	9	9	9	9	9	9	9	10
5 d	12	10	9	9	9	9	9	9	10
6 d	12	11	10	10	9	9	9	9	10
7 d	13	11	10	10	10	10	10	10	10

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]



Berechnungsregenspenden für Dach- und Grundstücksflächen nach DIN 1986-100:2016-12

Rasterfeld : Spalte 145, Zeile 84
Bemerkung :

INDEX_RC : 084145

Berechnungsregenspenden für Dachflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,5} = 280,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Jahrhundertregen $r_{5,100} = 513,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Berechnungsregenspenden für Grundstücksflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,2} = 220,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{5,30} = 410,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 10 Minuten

Bemessung $r_{10,2} = 145,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{10,30} = 270,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 15 Minuten

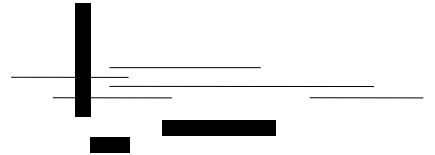
Bemessung $r_{15,2} = 112,2 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{15,30} = 207,8 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Die ausgewiesenen Regenspenden basieren auf den nachfolgenden Grunddaten:

Wiederkehrintervall	Parameter	Dauerstufe		
		5 min	10 min	15 min
2 a	rN [l / (s · ha)]	220,0	145,0	112,2
	UC [±%]	10	13	15
5 a	rN [l / (s · ha)]	280,0	-	-
	UC [±%]	12	-	-
30 a	rN [l / (s · ha)]	410,0	270,0	207,8
	UC [±%]	13	18	20
100 a	rN [l / (s · ha)]	513,3	-	-
	UC [±%]	14	-	-

Legende

rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]
UC Toleranz in [±%]



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 2

Zusammenstellung der Entwässerungsgebiete und der spezifischen Abflüsse

Anlage 2

Zusammenstellung der Entwässerungsgebiete und spezifischen Abflüsse

Abflussermittlung in Anlehnung an DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 118

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
1 Einzugsgebiete West														
A01	0,4000	163,85		5	> 100	0,100	6,554							
A02	2,2000	163,85		0	< 100	0,150	54,071							
S_{A01-02}	2,6000						60,625		60,625		1			
A03	0,4000	163,85		0	< 100	0,150	9,831				1			
S_{A01-03}	3,0000						70,456		70,456			1		1
A04	0,2000	163,85		0	> 100	0,100	3,277							
A05	0,0500	163,85		0	< 100	0,150	1,229							
A06	0,5000	163,85		0	< 100	0,150	12,289							
S_{A04-06}	0,7500						16,795		16,795		1			
A07	0,8000	163,85		0	> 100	0,100	13,108							
A08	1,0000	163,85		0	< 100	0,150	24,578							
S_{A07-08}	1,8000						37,686		37,686		1			
S_{A04-08}	2,5500						54,480		54,480			1		1

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
A09	0,6000	163,85		0	> 100	0,100	9,831							
A010	3,0000	163,85		0	< 100	0,150	73,733							
S_{A09-10}	3,6000						83,564		83,564		1			
A11	0,1000	163,85		0	> 100	0,100	1,639							
A12	0,5000	163,85		0	< 100	0,150	12,289							
S_{A11-12}	0,6000						13,927		13,927		1			
S_{A09-12}	4,2000						97,491		97,491			1		1
A13	1,6000	163,85		5	> 100	0,100	26,216							
A14	2,1000	163,85		0	< 100	0,150	51,613							
S_{A13-14}	3,7000						77,829		77,829	3				
A15	0,3000	163,85		5	> 100	0,100	4,916							
A16	0,8000	163,85		0	< 100	0,150	19,662							
A16a	1,6000	163,85		0	< 100	0,150	39,324							
S_{A15-16}	2,7000						63,902							
S_{A01-03, A13-16}	9,4000						212,186		212,186	1		2		
A17	1,8000	163,85		5	> 100	0,100	29,493							
A18	2,5000	163,85		0	< 100	0,150	61,444							

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
S_{A17- A18}	4,3000						90,937		90,937		1			
S_{A01-03, A13-18}	13,7000						303,123		303,123	2		2		
A19	0,1000	163,85		5	> 100	0,100	1,639							
A20	0,6000	163,85		0	< 100	0,150	14,747							
A21	1,2000	163,85		5	> 100	0,100	19,662							
A22	1,9000	163,85		0	< 100	0,150	46,697							
S_{A19-22}	3,8000						82,744		82,744	3				
A23	0,5000	163,85		5	> 100	0,100	8,193							
A24	0,9000	163,85		0	< 100	0,150	22,120							
S_{A23-24}	1,4000						30,312		30,312	3				
A25	0,7000	163,85		5	> 100	0,100	11,470							
A26	1,2000	163,85		0	< 100	0,150	29,493							
A27	0,1000	163,85		5	> 100	0,100	1,639							
A28	0,3000	163,85		0	< 100	0,150	7,373							
S_{A25-28}	2,3000						49,974							
S_{A04-08, A23-28}	6,2500						134,767		134,767	3				
S_{A04-08, A19-28}	10,0500						217,511		217,511			2		2

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
A29	4,3000	163,85		5	> 100	0,100	70,456							
A30	3,1000	163,85		0	< 100	0,150	76,190							
S_{A29-30}	7,4000						146,646		146,646	3				
A31	0,1000	163,85		5	> 100	0,100	1,639							
A32	0,4000	163,85		0	< 100	0,150	9,831							
A33	0,3000	163,85		5	> 100	0,100	4,916							
A34	0,7000	163,85		0	< 100	0,150	17,204							
S_{A31-34}	1,5000						33,589		33,589	3				
A35	1,6000	163,85		5	> 100	0,100	26,216							
A36	1,7000	163,85		0	< 100	0,150	41,782							
S_{A35-36}	3,3000						67,998							
S_{A09-12, A31-36}	9,0000						199,078		199,078	2				
S_{A09-12, A29-36}	16,4000						345,724		345,724			2		2
A37	0,5000	163,85		5	> 100	0,100	8,193							
A38	1,3000	163,85		0	< 100	0,150	31,951							
A39	0,5000	163,85		5	> 100	0,100	8,193							
A40	1,4000	163,85		0	< 100	0,150	34,409							
S_{A37-40}	3,7000						82,744		82,744	3		2	1	

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
A41	0,3000	163,85		5	< 100	0,150	7,373							
A42	0,1000	163,85		0	< 100	0,150	2,458							
S_{A41-42}	0,4000						9,831		9,831	3				
S_{A37-42}	4,1000						92,575		92,575	4				
A43	0,4000	163,85		20	< 100	0,150	9,831							
A44	0,7000	163,85		20	< 100	0,150	17,204							
A45	0,4000	163,85		20	< 100	0,150	9,831							
A46	1,1000	163,85		20	< 100	0,150	27,035							
A47	1,5000	163,85		20	< 100	0,150	36,866							
A48	1,2000	163,85		20	< 100	0,150	29,493							
A49	0,2000	163,85		20	< 100	0,150	4,916							
A50	1,1000	163,85		20	< 100	0,150	27,035							
A51	0,6000	163,85		20	< 100	0,150	14,747							
A52	0,7000	163,85		20	< 100	0,150	17,204							
S_{A01-52}	52,1500					0,135	1.153,094							

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche	Nieder-	Drän-	Anteil	Fließ-	Spitzen-	Ober-	Drän-	Bemes-	bemessungsrelevantes				
	Einzugs-	schlags-	spende	befestigte	länge	abfluss-	flächen-	abfluss	sungs	Entwässerungselement				
	gebiet	spend		Fläche		beiwert	abfluss		Abfluss	Profil Nr.				
	A	r ₁₀₍₂₎	q _{Drän}		L	y _s	Q _r	Q _s	SQ	G	M	R	D	S
	[ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[%]	[m]	[-]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
2 Einzugsgebiete Ost														
B01	0,3000	163,85		100	< 100	0,900	44,240		44,240		1			
B02	0,6000	163,85		0	< 100	0,150	14,747		14,747		1			
S _{B01-02}	0,9000						58,986		58,986				1	
B03	0,3000	163,85		100	< 100	0,900	44,240		44,240			1		
B04	0,5000	163,85		0	< 100	0,150	12,289		12,289		1			
B05	1,1000	163,85		0	< 100	0,150	27,035							
S _{B03-05}	1,9000						83,564		83,564		1	1		1
B06	0,2000	163,85		0	> 100	0,100	3,277							
B07	2,6000	163,85		0	< 100	0,150	63,902							
S _{B06-07}	2,8000						67,179		67,179		1			
B08	0,3000	163,85		0	< 100	0,150	7,373		7,373		1			
S _{B06-08}	3,1000						74,552		74,552			1		1
B09	0,6000	163,85		20	< 100	0,150	14,747							
B10	1,3000	163,85		20	> 100	0,100	21,301							
B11	3,0000	163,85		20	< 100	0,150	73,733							

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
S_{B09-11}	4,9000						109,780							
S_{B01-02, 09-11}	5,8000						168,766		168,766		1		1	
S_{B01-05, 09-11}	7,7000						252,329		252,329			2		
B12	0,1000	163,85		10	> 100	0,100	1,639							
B13	0,3000	163,85		3	> 100	0,100	4,916							
B14	2,8000	163,85		10	< 100	0,150	68,817							
S_{B12-14}	3,2000						75,371		75,371		1			
B15	0,1000	163,85		0	> 100	0,100	1,639							
B16	0,6000	163,85		0	< 100	0,150	14,747							
B17	0,2000	163,85		5	< 100	0,150	4,916							
B18	0,1000	163,85		5	< 100	0,150	2,458							
S_{B15-18}	1,0000						23,758		23,758		1			
S_{B06-08, B12-18}	7,3000						173,681		173,681	4		2	1	
B19	0,5000	163,85		25	> 100	0,100	8,193							
B20	1,4000	163,85		0	< 100	0,150	34,409							
S_{B19-20}	1,9000						42,601		42,601	3				
B21	0,9000	163,85		25	> 100	0,100	14,747							

Anlage 2

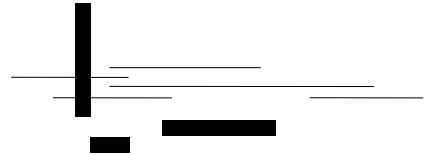
Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
B22	3,1000	163,85		0	< 100	0,150	76,190							
S_{B21-22}	4,0000						90,937		90,937					
S_{B01-05, B09-11, B21-22}	11,7000						343,266		343,266	2			2	
S_{B01-05, B09-11, B19-22}	13,6000						385,867		385,867			2		2
B23	1,6000	163,85		15	< 100	0,150	39,324		39,324	3		2		1
B24	0,3000	163,85		25	< 100	0,150	7,373							
B25	0,3000	163,85		25	< 100	0,150	7,373							
B26	0,1000	163,85		25	< 100	0,150	2,458							
B27	1,4000	163,85		25	< 100	0,150	34,409							
B28	1,4000	163,85		25	< 100	0,150	34,409							
B29	0,7000	163,85		25	< 100	0,150	17,204							
S_{B01-29}	26,7000					0,160	702,097							

Anlage 2

Legende Entwässerungselemente: G...Graben M...Mulde R...Raubettmulde D...Durchlass S...Straßenüberlauf  ...Bemessungsprofil

Einzugsgebiet Bezeichnung	Fläche Einzugs- gebiet A [ha]	Nieder- schlags- spend $r_{10(2)}$ [l/s*ha]	Drän- spende $q_{\text{Drän}}$ [l/s*ha]	Anteil befestigte Fläche [%]	Fließ- länge L [m]	Spitzen- abfluss- beiwert y_s [-]	Ober- flächen- abfluss Q_r [l/s]	Drän- abfluss Q_s [l/s]	Bemes- sungs Abfluss SQ [l/s]	bemessungsrelevantes Entwässerungselement Profil Nr.				
										G	M	R	D	S
										PNr.	PNr.	PNr.	PNr.	PNr.
3 Zusammenfassung														
Einzugsgebiet West														
S_{A01-52}	52,1500	Flächenanteil der Gesamtfläche: 66,1%				0,135	1.153,094							
Einzugsgebiet Ost														
S_{B01-29}	26,7000	Flächenanteil der Gesamtfläche: 33,9%				0,160	702,097							
Summe West+Ost														
S_{B01-29}	78,8500					0,144	1.855,192							



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 3

Bemessung der Gräben, Mulden, Straßenüberläufe und Rahmendurchlässe

Anlage 3

Bemessung der Gräben, Mulden, Straßenüberläufe und Rahmendurchlässe

Nachweis gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 110 als offene Gerinne

1 Entwässerungsmulde - Profil 1, Mindestgefälle $\geq 1,0 \%$

Es handelt sich um die Mulden im Bereich des Deponiekörperplateaus ausgenommen der Mulde parallel zur asphaltierten Plateaufahrt im Bereich der 1:4 geneigten Deponiekörperböschung (siehe Nachweis Nr. 2).

vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}} = 90,937 \text{ l/s}$

Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Kreisabschnittgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	1,00 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,30 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,21 m ²	[GL.1]

maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	1,22 m	[GL.2]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,17 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	1,0 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	0,78 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	166,849 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

2 Entwässerungsmulde - Profil 1, Mindestgefälle $\geq 2,0 \%$

Es handelt sich um die Mulde parallel zur asphaltierten Plateaufahrt im Bereich der 1:4 geneigten Deponiekörperböschung. Aufgrund des größeren Gefälles der Mulde in diesem Bereich, kann der hier größere Abfluss schadlos abgeleitet werden.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}} = 168,766 \text{ l/s}$

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Kreisabschnittgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	1,00 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,30 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,21 m ²	[GL.1]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	1,22 m	[GL.2]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,17 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	2,0 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	1,10 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	235,960 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

3 Raubettmulden - Profil 1

Es handelt sich um sämtliche Raubettmulden ausgenommen die Raubettmulde zur Ableitung des Oberflächenwassers aus dem Deponierandgraben im Bereich der vorhandenen Bodenablagerung aus dem Bau des Umschlagbahnhofes Billwerder, die Raubettmulde zur Ableitung des Oberflächenwassers aus den Einzugsgebieten B11 und oberhalb sowie die Raubettmulden zur Verbindung der Entwässerungsgräben im Bereich der Berme 1 mit den Deponierandgräben Ost und West.

▪ vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 97,491 l/s

▪ Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Kreisabschnittgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	1,00 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,20 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,14 m ²	[GL.1]

▪ maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	1,10 m	[GL.2]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,12 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	5,0 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	1,39 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	191,776 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

4 Raubettmulden - Profil 2

Es handelt sich um die Raubettmulde zur Ableitung des Oberflächenwassers aus dem Deponierandgraben im Bereich der vorhandenen Bodenablagerung aus dem Bau des Umschlagbahnhofes Billwerder, die Raubettmulde zur Ableitung des Oberflächenwassers aus den Einzugsgebieten B11 und oberhalb sowie die Raubettmulden zur Verbindung der Entwässerungsgräben im Bereich der Berme 1 mit den Deponierandgräben Ost und West.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2	$Q_{\text{vorh.}}$	=	385,867 l/s
--------------------------------	--------------------	---	-------------

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Kreisabschnittgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	1,25 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,30 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,26 m ²	[GL.1]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	1,43 m	[GL.2]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,18 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	5,0 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	1,80 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	469,106 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

5 Entwässerungsgraben - Profil 1

Es handelt sich um den Deponierandgraben im Bereich der vorhandenen Bodenablagerung aus dem Bau des Umschlagbahnhofes Billwerder. Der Graben wird ohne Sohlgefälle ausgeführt. Vereinfachend wird das Wasserspiegelgefälle mit dem Sohlgefälle gleichgesetzt. Zur Auslegung der Grabenprofilhöhe wird die Wasserspiegeldifferenz auf die Füllhöhe aufsummiert.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 212,186 l/s

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Sohlbreite	b_s	=	1,25 m	
Wangenneigung	n	=	2,0 1/n	
Füllhöhe (ohne Wasserspiegeldifferenz)	h	=	0,51 m	
Länge des Gerinnes	L	=	400,00 m	
Wasserspiegeldifferenz	$h \Delta$	=	0,09 m	
maximale Füllhöhe	h_{max}	=	0,60 m	
Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	3,650 m	
Fließquerschnitt	A	=	1,25 m ²	[GL.3]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	3,54 m	[GL.4]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,35 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Wasserspiegelgefälle	J_{Wsp}	=	0,02 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	0,19 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	233,351 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

6 Entwässerungsgraben - Profil 2

Es handelt sich um den Graben oberhalb der Berme 1, im Bereich Schacht B2 und Schacht B8 sowie um den Zulaufgraben zum Deponierandgraben West am nördlichen Rand der vorhandenen Bodenablagerung aus dem Bau des Umschlagbahnhofes Billwerder.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2	$Q_{\text{vorh.}}$	=	343,266 l/s
--------------------------------	--------------------	---	-------------

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	2,00 m	
Sohlbreite	b_{Sohle}	=	0,40 m	
Wangenneigung	n	=	2,0 1/n	
maximale Füllhöhe	h	=	0,40 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,48 m ²	[GL.3]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	2,19 m	[GL.4]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,22 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Sohlgefälle	J_E	=	1,00 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	0,91 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	436,379 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

7 Entwässerungsgraben - Profil 3

Es handelt sich um die Gräben oberhalb der Berme 1, ausgenommen die Haltungen im Bereich des Schachtes B2 und des Schachtes B8.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 146,646 l/s

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b	=	1,50 m	
Sohlbreite	b_s	=	0,30 m	
Wangenneigung	n	=	2,0 1/n	
maximale Füllhöhe	h	=	0,30 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,27 m ²	[GL.3]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	1,64 m	[GL.4]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,16 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Sohlgefälle	J_E	=	1,00 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	0,75 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	202,626 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

8 Entwässerungsgraben - Profil 4

Es handelt sich um die Gräben ausgehend vom Bereich Schacht B5 zu den Deponierandgräben Ost und West oberhalb der Verrohrung im Bereich der klärtechnischen Anlage.

▪ vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 173,681 l/s

▪ Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b	=	2,30 m	
Sohlbreite	b_s	=	0,30 m	
Wangenneigung	n	=	2,0 1/n	
maximale Füllhöhe	h	=	0,50 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,65 m ²	[GL.3]

▪ maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	2,54 m	[GL.4]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,26 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	25 m ^{1/3} /s	
Sohlgefälle	J_E	=	0,25 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	0,50 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	327,837 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

9 Straßenüberlauf - Profil 1

Die Straßenüberläufe im Profil 1 werden auf der Berme 2 im Bereich des Deponiekörperplateaus hergestellt.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 97,491 l/s

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	5,00 m	
Sohlbreite	b_{Sohle}	=	3,00 m	
Wangenneigung	n	=	16,7 1/n	
maximale Füllhöhe	h	=	0,06 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,24 m ²	[GL.3]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang l_u = 5,00 m [GL.4]

hydraulischer Radius r_{hy} = 0,05 m [GL.7]

Manning/Strickler-Beiwert k_{st} = 50 m^{1/3}/s

Mindestgefälle I_E = 2,50 %

Fließgeschwindigkeit v = 1,04 m/s [GL.8]

=

maximal möglicher Abfluss $Q_{\text{max.}}$ = 250,465 l/s [GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$

<

$Q_{\text{max.}}$

Nachweis erbracht !

Anlage 3

10 Straßenüberlauf - Profil 2

Die Straßenüberläufe im Profil 2 werden auf der Berme 1 hergestellt.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2	$Q_{\text{vorh.}}$	=	385,867 l/s
--------------------------------	--------------------	---	-------------

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Trapezgerinne.

Gerinnebreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	6,33 m	
Sohlbreite	b_{Sohle}	=	3,00 m	
Wangenneigung	n	=	16,7 1/n	
maximale Füllhöhe	h	=	0,10 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,47 m ²	[GL.3]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	6,34 m	[GL.4]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,07 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	50 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	2,50 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	1,39 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	647,590 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

11 Rahmendurchlass - Profil 1 zur Querung der Deponieplateaufahrt

Die Rahmendurchlässe "Profil 1" werden ausschließlich im Bereich der asphaltierten Plateaufahrt eingesetzt.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 173,681 l/s

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Rechteckgerinne.

Gerinnebreite	b	=	0,50 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,20 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,10 m ²	[GL.5]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	0,90 m	[GL.6]
hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,11 m	[GL.7]
Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	85 m ^{1/3} /s	
Mindestgefälle	I_E	=	2,5 %	
Fließgeschwindigkeit	v	=	3,11 m/s	[GL.8]
		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	310,618 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

12 Rahmendurchlass - Profil 1 zur Querung der Fußwege

Die Rahmendurchlässe "Profil 1" können im Bereich der Querung von Fußwegen in den Entwässerungsmulden (außgenommen die Raubettmulden) eingebaut werden. Alternativ sind auch Stege und Brücken möglich.

- vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Anlage 2 $Q_{\text{vorh.}}$ = 173,681 l/s

- Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Rechteckgerinne.

Gerinnebreite	b	=	0,50 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,20 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,10 m ²	[GL.5]

- maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang	l_u	=	0,90 m	[GL.6]
------------------	-------	---	--------	--------

hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,11 m	[GL.7]
----------------------	----------	---	--------	--------

Manning/Strickler-Beiwert	k_{st}	=	85 m ^{1/3} /s	
---------------------------	----------	---	------------------------	--

Mindestgefälle (gemäß Nr. 1)	I_E	=	1,0 %	
------------------------------	-------	---	-------	--

Fließgeschwindigkeit	v	=	1,96 m/s	[GL.8]
----------------------	---	---	----------	--------

		=		
maximal möglicher Abfluss	$Q_{\text{max.}}$	=	196,452 l/s	[GL.9]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 3

13 Rahmendurchlass - Profil 2

Die Rahmendurchlässe "Profil 2" können im Bereich der Querung von Fußwegen in alle Entwässerungsgräben, ausgenommen dem Deponierandgraben, eingebaut werden. Alternativ sind auch Stege und Brücken möglich.

▪ vorhandener Abfluss

Bemessungsabfluss lt. Nr. 6 $Q_{\text{vorh.}} = 343,266 \text{ l/s}$

▪ Gerinnegeometrie

Es handelt sich um ein Rechteckgerinne.

Gerinnebreite	b	=	0,50 m	
maximale Füllhöhe	h	=	0,40 m	
Fließquerschnitt	A	=	0,20 m ²	[GL.5]

▪ maximal möglicher Abfluss

benetzter Umfang $l_u = 1,30 \text{ m}$ [GL.6]

hydraulischer Radius $r_{hy} = 0,15 \text{ m}$ [GL.7]

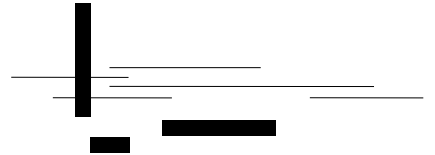
Manning/Strickler-Beiwert $k_{st} = 85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Mindestgefälle $I_E = 1,0 \%$

Fließgeschwindigkeit $v = 2,44 \text{ m/s}$ [GL.8]

maximal möglicher Abfluss $Q_{\text{max.}} = 488,098 \text{ l/s}$ [GL.9]

$Q_{\text{vorh.}} < Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------------------------	----------------------------



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 4

Bemessung der Rohrleitungen

Anlage 4

Bemessung der Rohrleitungen

Nachweis gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 110 als geschlossene Gerinne bei Vollfüllung

1 Dränrohrleitung im Bereich des Schachtes B5

▪ vorhandener Abfluss

Einzugsgebiet (vereinfachte Ermittlung):

Länge Zulaufstrecke zum Fassungssystem l'_s = 450,00 m
 (vgl. Anlage 4)

Länge der Rohrleitung L = 15,00 m
 (vereinfachend wird die Länge der Rohrleitung mit der Breite des Einzugsgebietes gleichgesetzt)

Einzugsgebiet A = 6.750 m²

Dränspende $q_{\text{Drän}}$ = 2,89 l/(s*ha)

vorhandener Abfluss $Q_{\text{vorh.}}$ = 1,95 l/s

▪ maximal möglicher Abfluss

Rohrdurchmesser, innen d = 176 mm

(Rohrleitung: Teilsickerrohr da200 PE100 SDR17)

Rauigkeitsbeiwert k_b = 0,75 mm

Mindestgefälle I_E = 0,5 %

Fließgeschwindigkeit v_{voll} = 0,76 m/s [GL.11]

Abschlag gemäß ATV-A 110 f = 0,9

maximal möglicher Abfluss Q_{voll} = 16,6 l/s [GL.10]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 4

2 Dränrohrleitung im Bereich der Raubettmulden

- vorhandener Abfluss

Einzugsgebiet (vereinfachte Ermittlung):

Länge Zulaufstrecke zum Fassungssystem l'_s = 450,00 m
 (vgl. Anlage 4)

Länge der Rohrleitung L = 5,00 m
 (vereinfachend wird die Länge der Rohrleitung mit der Breite des Einzugsgebietes gleichgesetzt)

Einzugsgebiet A = 2.250 m²

Dränspende $q_{\text{Drän}}$ = 2,89 l/(s*ha)

vorhandener Abfluss $Q_{\text{vorh.}}$ = 0,65 l/s

- maximal möglicher Abfluss

Rohrdurchmesser, innen d = 176 mm

(Rohrleitung: Teilsickerrohr da200 PE100 SDR17)

Rauigkeitsbeiwert k_b = 0,75 mm

Mindestgefälle I_E = 0,50 %

Fließgeschwindigkeit v_{voll} = 0,76 m/s [GL.11]

Abschlag gemäß ATV-A 110 f = 0,9

maximal möglicher Abfluss Q_{voll} = 16,6 l/s [GL.10]

$Q_{\text{vorh.}}$	<	$Q_{\text{max.}}$	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 4

3 Dränrohrleitung im Bereich Verrohrung Plateaufahrt

▪ vorhandener Abfluss				
Einzugsgebiet	A	=	25.300 m ²	
Dränspende	q _{Drän}	=	2,89 l/(s*ha)	
vorhandener Abfluss	Q _{vorh.}	=	7,32 l/s	
▪ maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	246 mm	
(Rohrleitung: Teilsickerrohr da280 PE100 SDR17)				
Rauigkeitsbeiwert	k _b	=	0,75 mm	
Mindestgefälle	I _E	=	0,10 %	
Fließgeschwindigkeit	v _{voll}	=	0,42 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q _{voll}	=	17,8 l/s	[GL.10]

Q _{vorh.}	<	Q _{max.}	Nachweis erbracht !
--------------------	---	-------------------	---------------------

Anlage 4

4 Dränrohrleitung im Bereich Verrohrung klärtechnische Anlage

▪ vorhandener Abfluss				
Einzugsgebiet	A	=	22.500 m ²	
Dränspende	q _{Drän}	=	2,89 l/(s*ha)	
vorhandener Abfluss	Q _{vorh.}	=	6,51 l/s	
▪ maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	246 mm	
(Rohrleitung: Teilsickerrohr da280 PE100 SDR17)				
Rauigkeitsbeiwert	k _b	=	0,75 mm	
Mindestgefälle	I _E	=	0,10 %	
Fließgeschwindigkeit	v _{voll}	=	0,42 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q _{voll}	=	17,8 l/s	[GL.10]

Q_{vorh.} < Q_{max.} Nachweis erbracht !
--

Anlage 4

5 Vollrohrleitung Verrohrung Plateaufahrt

▪ vorhandener Abfluss				
Drosselabfluss (vgl. Anlage 6)	Q_{dr}	=	394,50 l/s	
▪ maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	1200 mm	
Rauigkeitsbeiwert	k_b	=	0,75 mm	
Wasserspiegelgefälle	I_E	=	0,012 %	
Fließgeschwindigkeit	v_{voll}	=	0,39 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q_{voll}	=	395,8 l/s	[GL.10]

$Q_{vorh.}$	<	$Q_{max.}$	Nachweis erbracht !
-------------	---	------------	----------------------------

Die Rohrleitung wird ohne Gefälle verlegt. Für die Bemessung erfolgt hier vereinfachend die Berechnung der Wasserspiegelhöhe über die Wasserspiegeldifferenz. Das Wasserspiegelhöhe beträgt:

Länge der Rohrleitung	L	=	130,00 m
Wasserspiegelhöhendifferenz	Δh	=	0,016 m
Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall (vgl. Anlage 6)		=	3,08 m NN
Der Rohrscheitel (Rohrinnenseite) liegt auf einer Höhe		=	3,70 m NN

Der freie Rohrquerschnitt oberhalb des Wasserspiegels hat im Bemessungsfall (fünffährliches Niederschlagsereignis) eine Höhe von rund 0,60 m.

Anlage 4

6 Vollrohrleitung Verbindung Graben Ost und West

▪ vorhandener Abfluss				
Drosselabfluss (vgl. Anlage 6)	Q_{dr}	=	394,50 l/s	
▪ maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	1200 mm	
Rauigkeitsbeiwert	k_b	=	0,75 mm	
Wasserspiegelgefälle	I_E	=	0,012 %	
Fließgeschwindigkeit	v_{voll}	=	0,39 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q_{voll}	=	395,8 l/s	[GL.10]

$Q_{vorh.}$	<	$Q_{max.}$	Nachweis erbracht !
-------------	---	------------	---------------------

Die Rohrleitung wird ohne Gefälle verlegt. Für die Bemessung erfolgt hier vereinfachend die Berechnung der Wasserspiegellhöhe über die Wasserspiegeldifferenz.

Länge der Rohrleitung	L	=	180,00 m
Wasserspiegellhöhendifferenz	Δh	=	0,022 m
Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall (vgl. Anlage 7)		=	3,08 m NN
Der Rohrscheitel (Rohrinnenseite) liegt auf einer Höhe		=	3,70 m NN

Der freie Rohrquerschnitt oberhalb des Wasserspiegels hat im Bemessungsfall (fünffährliches Niederschlagsereignis) eine Höhe von rund 0,60 m.

Anlage 4

7 Vollrohrleitung zwischen Drosselbauwerken und Grabenzulauf in den Vorfluter, Einleitstelle Süd 1

▪ vorhandener Abfluss				
Drosselabfluss (vgl. Anlage 6)	Q_{dr}	=	394,50 l/s	
▪ maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	600 mm	
Rauigkeitsbeiwert	k_b	=	0,75 mm	
Mindestgefälle	I_E	=	1,00 %	
Fließgeschwindigkeit	v_{voll}	=	2,37 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q_{voll}	=	602,8 l/s	[GL.10]

$Q_{vorh.}$	<	$Q_{max.}$	Nachweis erbracht !
-------------	---	------------	---------------------

Anlage 4

8 Vollrohrleitung zur Entwässerung des bauzeitigen Abfanggrabens

Ablaufleitungen der Drossel- und Kontrollschächte

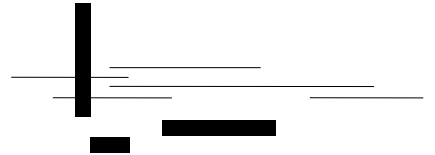
vorhandener Abfluss				
Drosselabfluss (vgl. Anlage 7)	Q_{dr}	=	3,00 l/s	
maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	140 mm	
(Rohrleitung: Teilsickerrohr da160 PE100 SDR17)				
Rauigkeitsbeiwert	k_b	=	0,75 mm	
Mindestgefälle	I_E	=	1,00 %	
Fließgeschwindigkeit	v_{voll}	=	0,93 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q_{voll}	=	12,9 l/s	[GL.10]

$Q_{vorh.}$	<	$Q_{max.}$	Nachweis erbracht !
-------------	---	------------	---------------------

Sammelleitung (vorhandenes Teilsickerrohr randliches Entwässerungssystem)

vorhandener Abfluss				
Drosselabfluss (siehe oben)	Q_{dr}	=	3,00 l/s	
Poren- und Sickerwasserabfluss	$Q_{Po-/SiWa}$	=	21,79 m ³ /h	
(vgl. Kap. 9.2.2 Tab. 2 in Anhang 4 des		=	6,05 l/s	
Erläuterungsberichtes zum technischen Entwurf)				
Gesamtabfluss	$Q_{vorh.}$	=	9,1 l/s	
maximal möglicher Abfluss		=		
Rohrdurchmesser, innen	d	=	220 mm	
(Rohrleitung: Teilsickerrohr da250 PE100 SDR17)				
Rauigkeitsbeiwert	k_b	=	0,75 mm	
Mindestgefälle (nach Setzungen)	I_E	=	0,05 %	
Fließgeschwindigkeit	v_{voll}	=	0,27 m/s	[GL.11]
Abschlag gemäß ATV-A 110	f	=	0,9	
maximal möglicher Abfluss	Q_{voll}	=	9,2 l/s	[GL.10]

$Q_{vorh.}$	<	$Q_{max.}$	Nachweis erbracht !
-------------	---	------------	---------------------



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 5

Bemessung der Entwässerungsschicht

Anlage 5

Bemessung der Entwässerungsschicht

Nachweis gemäß GDA-Empfehlungen GDA-Empfehlung E2-20 "Entwässerungsschichten"

1 Berechnung der Aufstauhöhe für die längsten Zulaufstrecke im Deponieplateaubereich

▪ Dränspende	$q_{\text{Drän}}$	=	25,00 mm/d	
	$q_{\text{Drän}}$	=	2,89 l/(s*ha)	
	$q_{\text{Drän}}$	=	2,9E-07 m/s	
▪ Durchlässigkeitsbeiwert (dauerhaft)	k	=	1,0E-02 m/s	
▪ Länge Zulaufstrecke zum Fassungssystem Gefälle (nach Setzungen) bei einer Neigung 1 : n mit resultierender Böschungswinkel	l'_s	=	280,00 m	
	J	=	5,00 %	
	n	=	20,00	
	a	=	2,86 °	
▪ Berechnung der Aufstauhöhe Parameterkonstellation nach SCHMID, 1993 mit	D	=	-2,38E-03	
	D	<	0	
maßgebender Bemessungsfall:		Fall C		
Aufstauhöhe im Fall A	$a'_{\text{max, Fall A}}$	=	nicht maßgebend	[GL.18]
Aufstauhöhe im Fall B	$a'_{\text{max, Fall B}}$	=	nicht maßgebend	[GL.19]
Aufstauhöhe im Fall C	$a'_{\text{max, Fall C}}$	=	0,16 m	[GL.20]
▪ Nachweis maximal vorhandene Aufstauhöhe Mächtigkeit Flächenfilter	a'_{max}	=	0,16 m	
	$d_{\text{Drän}}$	=	0,30 m	

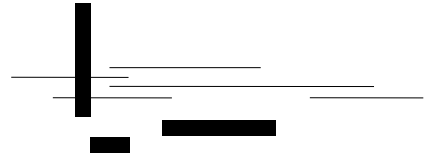
$d_{\text{Drän}}$	>	a'_{max}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	----------------------------

Anlage 5

2 Berechnung der Aufstauhöhe für die längsten Zulaufstrecke zum Deponierandgraben

▪ Dränspeide	$q_{\text{Drän}}$	=	25,00 mm/d	
	$q_{\text{Drän}}$	=	2,89 l/(s*ha)	
	$q_{\text{Drän}}$	=	2,9E-07 m/s	
▪ Durchlässigkeitsbeiwert (dauerhaft)	k	=	1,0E-02 m/s	
▪ Länge Zulaufstrecke zum Fassungssystem Gefälle (nach Setzungen) bei einer Neigung 1 : n mit resultierender Böschungswinkel	l'_s	=	450,00 m	
	J	=	12,50 %	
	n	=	8,00	
	a	=	7,13 °	
▪ Berechnung der Aufstauhöhe Parameterkonstellation nach SCHMID, 1993 mit	D	=	-1,55E-02	
	D	<	0	
maßgebender Bemessungsfall:		Fall C		
Aufstauhöhe im Fall A	$a'_{\text{max, Fall A}}$	=	nicht maßgebend	[GL.18]
Aufstauhöhe im Fall B	$a'_{\text{max, Fall B}}$	=	nicht maßgebend	[GL.19]
Aufstauhöhe im Fall C	$a'_{\text{max, Fall C}}$	=	0,10 m	[GL.20]
▪ Nachweis maximal vorhandene Aufstauhöhe Mächtigkeit Flächenfilter	a'_{max}	=	0,10 m	
	$d_{\text{Drän}}$	=	0,30 m	

$d_{\text{Drän}}$	>	a'_{max}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	----------------------------



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 6

Bemessung des Deponierandgrabens

Anlage 6

Bemessung des Deponierandgrabens

Nachweis gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 117, Anwendung des einfachen Verfahrens i.V.m. dem Überflutungsnachweis gemäß DIN1986-100

1 Deponierandgraben - Berechnung des Rückhaltevolumens für ein fünfjähriges Strakregenereignis

▪ Einzugsgebiet

Einzugsgebiet lt. Anlage 2	A	=	788.500 m ²
Abflussbeiwert lt. Anlage 2	ψ_s	=	0,144
Abflusswirksame Fläche	A_u	=	113.167 m ²

▪ Drosselabfluss

Drosselabfluss	Q_{dr}	=	394,50 l/s
Drosselabflussspende	q_{dr}	=	5,00 l/(s*ha) [Gl. 14]
Drosselabflussspende der abflusswirksamen Fläche	$q_{dr,R}$	=	34,86 l/(s*ha) [Gl. 15]

Zuschlagfaktor	f_z	=	1,15
Abminderungsfaktor	f_A	=	0,957
Fließzeit	t_f	=	10 min
Überschreitung 5 Jahre	n	=	0,2 1/a

▪ Zufluss aus Dränage

Bemessungsdränspende	q_s	=	25 mm/d
		=	2,894 l/(s*ha)

▪ Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen [GL. 12]

D min	h_n mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha	$q_{dr,r,u}$ l/s*ha	q_s l/s*ha	$Q_{Drän}$ m ³ /ha	Dimensions- faktor	$V_{s,u}$ m ³ /ha
15	12,7	141,1	34,86	2,894	2,60	0,06	107,84
20	14,0	116,7	34,86	2,894	3,47	0,06	111,56
30	16,0	88,9	34,86	2,894	5,21	0,06	112,27
45	18,1	67,0	34,86	2,894	7,81	0,06	103,32
60	19,8	55,0	34,86	2,894	10,42	0,06	90,21

Bemessungsdauerstufe	$D_{bem.}$	=	30 min
spezifisches Grabenvolumen	$V_{s,u, bem.}$	=	112,27 m ³ /ha [Gl. 12]
erforderliches Grabenvolumen	$V_{erf.}$	=	1.270 m ³ [Gl. 13]

Anlage 6

▪ Grabenvolumen			
erforderliches Rückhaltevolumen	$V_{\text{erf.}}$	=	1.270 m ³
Einstauhöhe Dauerstau	h_{Stau}	=	0,25 m
Sohlbreite (Wasserspiegelbreite Dauerstau)	b_{Sohle}	=	2,00 m
Neigung der Grabenwangen	N	=	2,0 1:n
maximale Füllhöhe	h_{voll}	=	0,85 m
Wasserspiegelbreite im Bemessungsfall	b_{voll}	=	5,40 m
Länge des Grabens	L	=	2.300,00 m

Grabenvolumen (ohne Dauerstau)			
bzw. vorhandenes Rückhaltevolumen	$V_{\text{vorh.}}$	=	7.234 m ³

$V_{\text{erf.}}$	<	$V_{\text{vorh.}}$	Nachweis erbracht !
-------------------	---	--------------------	----------------------------

Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall			3,08 m NN
Höhe Grabenschulter (bezogen auf die Dichtungsbahn)			3,60 m NN
Entleerungszeit	t_E	=	0:53:40 h:min:s

Anlage 6

2 Deponierandgraben - Überflutungsnachweis für ein dreißigjähriges Strakregenereignis bei Ausnutzung des gesamten Grabenquerschnitts

■ Einzugsgebiet

Einzugsgebiet lt. Anlage 2	A	=	788.500 m ²
Abflussbeiwert (vgl. Erläuterungsbericht)	ψ_s	=	0,300
Abflusswirksame Fläche	A_u	=	236.550 m ²

■ Drosselabfluss

Drosselabfluss	Q_{dr}	=	394,50 l/s
Drosselabflusssspende	q_{dr}	=	5,00 l/(s*ha) [Gl. 14]

■ Dränabfluss

Dränspende	$q_{Drän}$	=	25,00 mm/d
Dränspende	$q_{Drän}$	=	2,89 l/(s*ha)
Dränabfluss	$Q_{vorh.,Drän}$	=	228,15 l/s

■ Nachweis gemäß DIN 1986-100:2016-12, Gleichung [21]

D min	$r_{D(30)}$ l/s*ha	$Q_{vorh.,OfWa}$ l/s	$Q_{vorh.,Drän}$ l/s	$\Sigma Q_{vorh.,}$ l/s	Q_{dr} l/s	$V_{Rück, erf.}$ m ³
5	410,0	9.699	228	9.927	394,50	2.859,66
10	270,0	6.387	228	6.615	394,50	3.732,30
15	207,8	4.916	228	5.144	394,50	4.274,25

■ Grabenvolumen

erforderliches Rückhaltevolumen	$V_{erf.}$	=	4.274 m ³
Einstauhöhe Dauerstau	h_{Stau}	=	0,25 m
Sohlbreite (Wasserspiegelbreite Dauerstau)	b_{Sohle}	=	2,00 m
Neigung der Grabenwangen	N	=	2,0 1:n
maximale Füllhöhe	h_{voll}	=	0,85 m
Wasserspiegelbreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	5,40 m
Länge des Grabens	L	=	2.300,00 m

Grabenvolumen (ohne Dauerstau)

vorhandenes Rückhaltevolumen	$V_{vorh.}$	=	7.234 m ³
------------------------------	-------------	---	----------------------

$V_{Rück, erf.}$	<	$V_{Rück, vorh.}$	Nachweis erbracht !
------------------------------------	-------------	-------------------------------------	----------------------------

Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall		3,40 m NN
Höhe Grabenschulter (bezogen auf die Dichtungsbahn)		3,60 m NN
Entleerungszeit	t_E	= 3:00:35 h:min:s

Anlage 6

3 Deponierandgraben - Bemessung der Notüberläufe für ein hundertjähriges Starkregenereignis

▪ Einzugsgebiet

Einzugsgebiet lt. Anlage 2	A	=	788.500 m ²
Abflussbeiwert (vgl. Erläuterungsbericht)	ψ_s	=	0,300
Abflusswirksame Fläche	A_u	=	236.550 m ²

▪ Drosselabfluss

Drosselabfluss	Q_{dr}	=	394,50 l/s
Drosselabflusssspende	q_{dr}	=	5,00 l/(s*ha) [Gl. 14]

▪ Dränabfluss

Dränspende	$q_{Drän}$	=	25,00 mm/d
Dränspende	$q_{Drän}$	=	2,89 l/(s*ha)
Dränabfluss	$Q_{vorh.,Drän}$	=	228,15 l/s

▪ Nachweis gemäß DIN 1986-100:2016-12, Gleichung [21] für

D min	$r_{D(100)}$ l/s*ha	$Q_{vorh.,OfWa}$ l/s	$Q_{vorh.,Drän}$ l/s	$\Sigma Q_{vorh.,}$ l/s	Q_{dr} l/s	$V_{Rück, erf.}$ m ³
5	513,3	12.142	228	12.370	394,50	3.592,73
10	338,3	8.002	228	8.231	394,50	4.701,68
15	260,0	6.150	228	6.378	394,50	5.385,56

▪ erforderliches Rückhaltevolumen

$$V_{erf.} = 5.386 \text{ m}^3$$

▪ vorhandenes Rückhaltevolumen

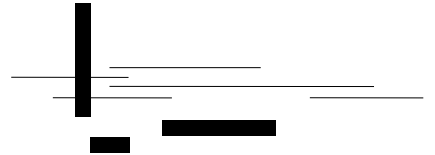
Einstauhöhe Dauerstau	h_{Stau}	=	0,25 m
Sohlbreite (Wasserspiegelbreite Dauerstau)	b_{Sohle}	=	2,00 m
Neigung der Grabenwangen	N	=	2,0 1:n
Überlaufhöhe Notüberlauf	h_{voll}	=	0,95 m
Wasserspiegelbreite bei Vollenfüllung	b_{voll}	=	5,80 m
Länge des Grabens	L	=	2.300,00 m

Grabenvolumen (ohne Dauerstau)

$$V_{vorh.} = 8.522 \text{ m}^3$$

$V_{Rück, erf.}$	<	$V_{Rück, vorh.}$	Nachweis erbracht !
------------------------------------	-------------	-------------------------------------	----------------------------

Da das Grabenvolumen laut Nachweis gemäß DIN 1986-100 auch für die Rückhaltung eines hundertjährigen Niederschlag ausreicht werden die Notüberläufe konstruktiv ausgelegt. Es werden 13 Stück Notüberläufe im Abstand von jeweils etwa 200 m angeordnet. Die Überlaufbreite jedes Notüberlaufes beträgt 10 m.



**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Bemessung der Deponieoberflächenentwässerung**

Anlage 7

Bemessung des bauzeitigen Abfanggrabens

Anlage 7

Bemessung des bauzeitigen Abfanggrabens

Nachweis gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 117, Anwendung des einfachen Verfahrens i.V.m. dem Überflutungsnachweis gemäß DIN1986-100

1 Bauzeitiger Abfanggraben am Ausbauende des 1. Rekultivierungsabschnitts -Berechnung des Rückhaltevolumens für ein fünfjähriges Strakregenereignis

▪ Einzugsgebiet

Einzugsgebiet lt. Anlage 2	A	=	520.000 m ²
Abflussbeiwert (Baggergutoberfläche)	y _s	=	0,150
Abflusswirksame Fläche	A _u	=	78.000 m ²

▪ Drosselabfluss

Drosselabfluss	Q _{dr}	=	3,00 l/s
Drosselabflussspende	q _{dr}	=	0,06 l/(s*ha) [Gl. 14]
Drosselabflussspende der abflusswirksamen Fläche	q _{dr,R}	=	0,38 l/(s*ha) [Gl. 15]

Zuschlagfaktor	f _z	=	1,15
Abminderungsfaktor	f _A	=	1,000
Fließzeit	t _f	=	10 min
Überschreitung 5 Jahre	n	=	0,2 1/a

▪ Zufluss aus Dränage

Bemessungsdränspende	q _s	=	0 mm/d
		=	0,000 l/(s*ha)

▪ Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen [GL. 12]

D min	h _n mm	r _{D(n)} l/s*ha	q _{dr,r,u} l/s*ha	q _s	Q _{Drän}	Dimensions- faktor	V _{s,u} m ³ /ha
4.320	67,8	2,6	0,38	0,000	0,00	0,06	660,24
5.760	73,6	2,1	0,38	0,000	0,00	0,06	681,64
7.200	78,5	1,8	0,38	0,000	0,00	0,06	703,03
8.640	82,7	1,6	0,38	0,000	0,00	0,06	724,43
10.080	86,4	1,4	0,38	0,000	0,00	0,06	706,09

Bemessungsdauerstufe	D _{bem.}	=	8.640 min
spezifisches Grabenvolumen	V _{s,u, bem.}	=	724,43 m ³ /ha [Gl. 12]
erforderliches Grabenvolumen aus Oberflächenzufluss	V _{erf., OfWa}	=	5.651 m ³ [Gl. 13]

Anlage 7

▪ Grabenvolumen
 erforderliches Rückhaltevolumen $V_{\text{erf.}}$ = 5.651 m³

▪ vorhandenes Grabenvolumen
 Sohlbreite b_{Sohle} = 4,10 m
 Neigung der Grabenwangen N = 2,0 1:n
 maximale Füllhöhe h_{voll} = 0,85 m
 Wasserspiegelbreite bei Vollenfüllung b_{voll} = 7,50 m
 Länge des Grabens L = 2.300,00 m

geplantes Grabenvolumen (ohne Dauerstau)
 bzw. vorhandenes Rückhaltevolumen $V_{\text{vorh.}}$ = 11.339 m³

$V_{\text{erf.}}$	<	$V_{\text{vorh.}}$	Nachweis erbracht !
-------------------	---	--------------------	----------------------------

Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall 3,08 m NN
 Entleerungszeit t_E = 523:11:59 h:min:s
 entspricht etwa 5 Tagen

Anlage 7

2 Bauzeitiger Abfanggraben am Ausbauende des 1. Rekultivierungsabschnitts - Überflutungsnachweis für ein dreißigjähriges Strakregenereignis

▪ Einzugsgebiet

$$\text{Einzugsgebiet lt. Anlage 2} \quad A \quad = \quad 520.000 \text{ m}^2$$

▪ Drosselabfluss

$$\begin{aligned} \text{Drosselabfluss} \quad Q_{dr} &= 3,00 \text{ l/s} \\ \text{Drosselabflussspende} \quad q_{dr} &= 0,06 \text{ l/(s*ha)} \quad [\text{Gl. 14}] \end{aligned}$$

▪ Nachweis lt. Kapitel 14.9.3, Gleichung [21], DIN 1986-100:2016-12

D min	$r_{D(30)}$ l/s*ha	$Q_{\text{vorh.}}$ l/s	Q_{dr} l/s	$V_{\text{Rück, erf.}}$ m ³
5	410,0	21.320,00	3,00	6.395,10
10	270,0	14.040,00	3,00	8.422,20
15	207,8	10.805,60	3,00	9.722,34

▪ Grabenvolumen

$$\text{erforderliches Rückhaltevolumen} \quad V_{\text{erf.}} \quad = \quad 9.722 \text{ m}^3$$

▪ vorhandenes Grabenvolumen

$$\begin{aligned} \text{Sohlbreite} \quad b_{\text{Sohle}} &= 4,10 \text{ m} \\ \text{Neigung der Grabenwangen} \quad N &= 2,0 \text{ 1:n} \\ \text{maximale Füllhöhe} \quad h_{\text{voll}} &= 0,85 \text{ m} \\ \text{Wasserspiegelbreite bei Vollenfüllung} \quad b_{\text{voll}} &= 7,50 \text{ m} \\ \text{Länge des Grabens} \quad L &= 2.300,00 \text{ m} \end{aligned}$$

geplantes Grabenvolumen (ohne Dauerstau)

$$\text{bzw. vorhandenes Rückhaltevolumen} \quad V_{\text{vorh.}} \quad = \quad 11.339 \text{ m}^3$$

$V_{\text{Rück, erf.}}$	<	$V_{\text{Rück, vorh.}}$	Nachweis erbracht !
-------------------------	---	--------------------------	----------------------------

$$\begin{aligned} \text{Entleerungszeit} \quad t_E &= 900:13:00 \text{ h:min:s} \\ &\text{entspricht etwa 13 Tagen} \end{aligned}$$

Anlage 7

4 Bauzeitiger Abfanggraben am Ausbauende des 2. Rekultivierungsabschnitts -Berechnung des Rückhaltevolumens für ein fünfjähriges Strakregenereignis

■ Einzugsgebiet

Einzugsgebiet lt. Anlage 2	A	=	285.000 m ²
Abflussbeiwert lt. Anlage 2	y _s	=	0,150
Abflusswirksame Fläche	A _u	=	42.750 m ²

■ Drosselabfluss

Drosselabfluss	Q _{dr}	=	3,00 l/s
Drosselabflussspende	q _{dr}	=	0,11 l/(s*ha) [Gl. 14]
Drosselabflussspende der abflusswirksamen Fläche	q _{dr,R}	=	0,70 l/(s*ha) [Gl. 15]

Zuschlagfaktor	f _z	=	1,15
Abminderungsfaktor	f _A	=	1,000
Fließzeit	t _f	=	10 min
Überschreitung 5 Jahre	n	=	0,2 1/a

■ Zufluss aus Dränage

Bemessungsdränspende	q _s	=	0 mm/d
		=	0,000 l/(s*ha)

■ Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen [GL. 12]

D min	h _n mm	r _{D(n)} l/s*ha	q _{dr,r,u} l/s*ha	q _s	Q _{Drän}	Dimensions- faktor	V _{s,u} m ³ /ha
1440	49,6	5,7	0,70	0,000	0,00	0,06	496,53
2880	60,4	3,5	0,70	0,000	0,00	0,06	555,97
4.320	67,8	2,6	0,70	0,000	0,00	0,06	565,73
5760	73,6	2,1	0,70	0,000	0,00	0,06	555,62
7200	78,5	1,8	0,70	0,000	0,00	0,06	545,51

Bemessungsdauerstufe	D _{bem.}	=	4.320 min
spezifisches Grabenvolumen	V _{s,u, bem.}	=	565,73 m ³ /ha [Gl. 12]
erforderliches Grabenvolumen aus Oberflächenzufluss	V _{erf., OfWa}	=	2.418 m ³ [Gl. 13]

Anlage 7

▪ Grabenvolumen			
erforderliches Rückhaltevolumen	$V_{\text{erf.}}$	=	2.418 m ³
▪ vorhandenes Grabenvolumen			
Sohlbreite	b_{Sohle}	=	2,10 m
Neigung der Grabenwangen	N	=	2,0 1:n
maximale Füllhöhe	h_{voll}	=	0,85 m
Wasserspiegelbreite bei Vollfüllung	b_{voll}	=	5,50 m
Länge des Grabens	L	=	1.950,00 m

geplantes Grabenvolumen (ohne Dauerstau)
 bzw. vorhandenes Rückhaltevolumen $V_{\text{vorh.}}$ = 6.298,500 m³

$V_{\text{erf.}}$	<	$V_{\text{vorh.}}$	Nachweis erbracht !
-------------------	---	--------------------	----------------------------

Grabenfüllhöhe am Grabenablauf im Bemessungsfall 3,08 m NN
 Entleerungszeit t_E = 223:55:58 h:min:s
 entspricht etwa 2 Tagen

Anlage 7

2 Bauzeitiger Abfanggraben am Ausbauende des 1. Rekultivierungsabschnitts - Überflutungsnachweis für ein dreißigjähriges Strakregenereignis

▪ Einzugsgebiet

$$\text{Einzugsgebiet lt. Anlage 2} \quad A \quad = \quad 285.000 \text{ m}^2$$

▪ Drosselabfluss

$$\begin{aligned} \text{Drosselabfluss} \quad Q_{dr} &= 3,00 \text{ l/s} \\ \text{Drosselabflussspende} \quad q_{dr} &= 0,11 \text{ l/(s*ha)} \quad [\text{Gl. 14}] \end{aligned}$$

▪ Nachweis lt. Kapitel 14.9.3, Gleichung [21], DIN 1986-100:2016-12

D min	$r_{D(30)}$ l/s*ha	$Q_{\text{vorh.}}$ l/s	Q_{dr} l/s	$V_{\text{Rück, erf.}}$ m ³
5	410,0	11.685,00	3,00	3.504,60
10	270,0	7.695,00	3,00	4.615,20
15	207,8	5.922,30	3,00	5.327,37

▪ Grabenvolumen

$$\text{erforderliches Rückhaltevolumen} \quad V_{\text{erf.}} \quad = \quad 5.327 \text{ m}^3$$

▪ vorhandenes Grabenvolumen

$$\begin{aligned} \text{Sohlbreite} \quad b_{\text{Sohle}} &= 2,10 \text{ m} \\ \text{Neigung der Grabenwangen} \quad N &= 2,0 \text{ 1:n} \\ \text{maximale Füllhöhe} \quad h_{\text{voll}} &= 0,85 \text{ m} \\ \text{Wasserspiegelbreite bei Vollenfüllung} \quad b_{\text{voll}} &= 5,50 \text{ m} \\ \text{Länge des Grabens} \quad L &= 1.950,00 \text{ m} \end{aligned}$$

geplantes Grabenvolumen (ohne Dauerstau)

$$\text{bzw. vorhandenes Rückhaltevolumen} \quad V_{\text{vorh.}} \quad = \quad 6.299 \text{ m}^3$$

$V_{\text{Rück, erf.}}$	<	$V_{\text{Rück, vorh.}}$	Nachweis erbracht !
-------------------------	---	--------------------------	----------------------------

$$\begin{aligned} \text{Entleerungszeit} \quad t_E &= 493:16:30 \text{ h:min:s} \\ &\text{entspricht etwa 13 Tagen} \end{aligned}$$

