



Zentraldeponie Sankt Augustin, 4. BA

**Bau des
Oberflächenabdichtungssystems
Hydraulische Berechnungen**

Anlage 4.4 zum Antrag

Projekt-Nr.: **102719**

Erstellt im Auftrag von:
**Rhein-Sieg-Abfallwirtschaftsgesellschaft
Pleiser Hecke 4
53721 Siegburg**

Dipl.-Ing. Ulrich Klos,
M.Sc. Tobias Bergander

2023-04-20

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 VORBEMERKUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
2 UNTERLAGEN	6
3 HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN GRÄBEN	6
4 HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN ZUR DRÄNWASSERABLEITUNG	10

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 3-1: Kennzeichen der Grabenquerschnitte	7
Tabelle 3-2: Entwässerungsgräben im Endzustand mit $Q_{\text{vorh.}} < Q_{\text{erf.}}$	8
Tabelle 3-3: Entwässerungsgräben im Bauzustand mit $Q_{\text{vorh.}} < Q_{\text{erf.}}$	8
Tabelle 4-1: bereichsspezifische hydraulische Mindestanforderungen an die mineralische EWS, BA 4.2	10

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1.1 Bezeichnung und Lage der Gräben und Größen der Teileinzugsgebiete .	5

ANLAGEN

Anlage 4.4.1	Abflussbeiwerte
Anlage 4.4.2	Abflussmengen
	a: Bauzustand
	b: Endzustand
Anlage 4.4.3	Abflussberechnung Gräben und Rohrleitung
	a: Bauzustand
	b: Endzustand
Anlage 4.4.4	Hydraulische Berechnungen Dränwasserableitung
Anlage 4.4.5	Hydraulische Bemessung Kreisprofils Ableitung Nord
Anlage 4.4.6	Hydraulische Bemessung Kreisprofils Ableitung Südwest

1 VORBEMERKUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Rhein-Sieg-Abfallwirtschaftsgesellschaft (RSAG) hat im Bereich der Zentraldeponie Sankt Augustin-Niederpleis im 4. Bauabschnitt (4. BA) die temporäre Abdeckung im früheren Baulos 7 errichten lassen. Die Arbeiten wurden im Zeitraum 1999 bis 2001 durchgeführt. Inhalt der Arbeiten war die Errichtung einer Abdeckung aus bindigem Boden, einer Schutzschicht aus Kompost, Herrichtung der Randentwässerung einschließlich Wartungsweg sowie Anpassung der Entgasungseinrichtungen. Da die Setzungen inzwischen nur noch in geringem Umfang stattfinden (Erläuterungsbericht, Kap. 3.4), soll nun ein Oberflächenabdichtungssystem geplant, beantragt, ausgeschrieben und gebaut werden.

Inhalt des vorliegenden Berichts ist die Ermittlung der erforderlichen hydraulischen Leistungsfähigkeit der Entwässerungseinrichtungen zur

- Oberflächenwasserableitung (Gräben und Rohrleitungen) und
- Dränwasserableitung (Entwässerungsschicht).

Zusätzlich erfolgen ein Abgleich mit der vorhandenen hydraulischen Leistungsfähigkeit sowie die Darlegung ergänzender hydraulischer Maßnahmen bei Unterschreitung der erforderlichen hydraulischen Leistungsfähigkeit.

Die Ermittlung der erforderlichen hydraulischen Leistungsfähigkeit erfolgt unter Berücksichtigung der im Rahmen der jeweiligen Bauphase fortschreitenden Herrichtung der endgültigen Oberflächenabdichtung (Rekultivierung). Mit den so ermittelten Daten erfolgt ein Abgleich von erforderlicher und vorhandener Leistungsfähigkeit der Entwässerungseinrichtungen.

Die hydraulischen Berechnungen erfolgen für die in Anlage 2.3 der Antragsunterlagen dargestellte Entwässerungsführung, die bis auf den Übergangsbereich zur Erweiterung der Mineralstoffdeponie der derzeitigen Entwässerungsführung entspricht.

Die Einzugsgebiete sind in der folgenden Grafik veranschaulicht.

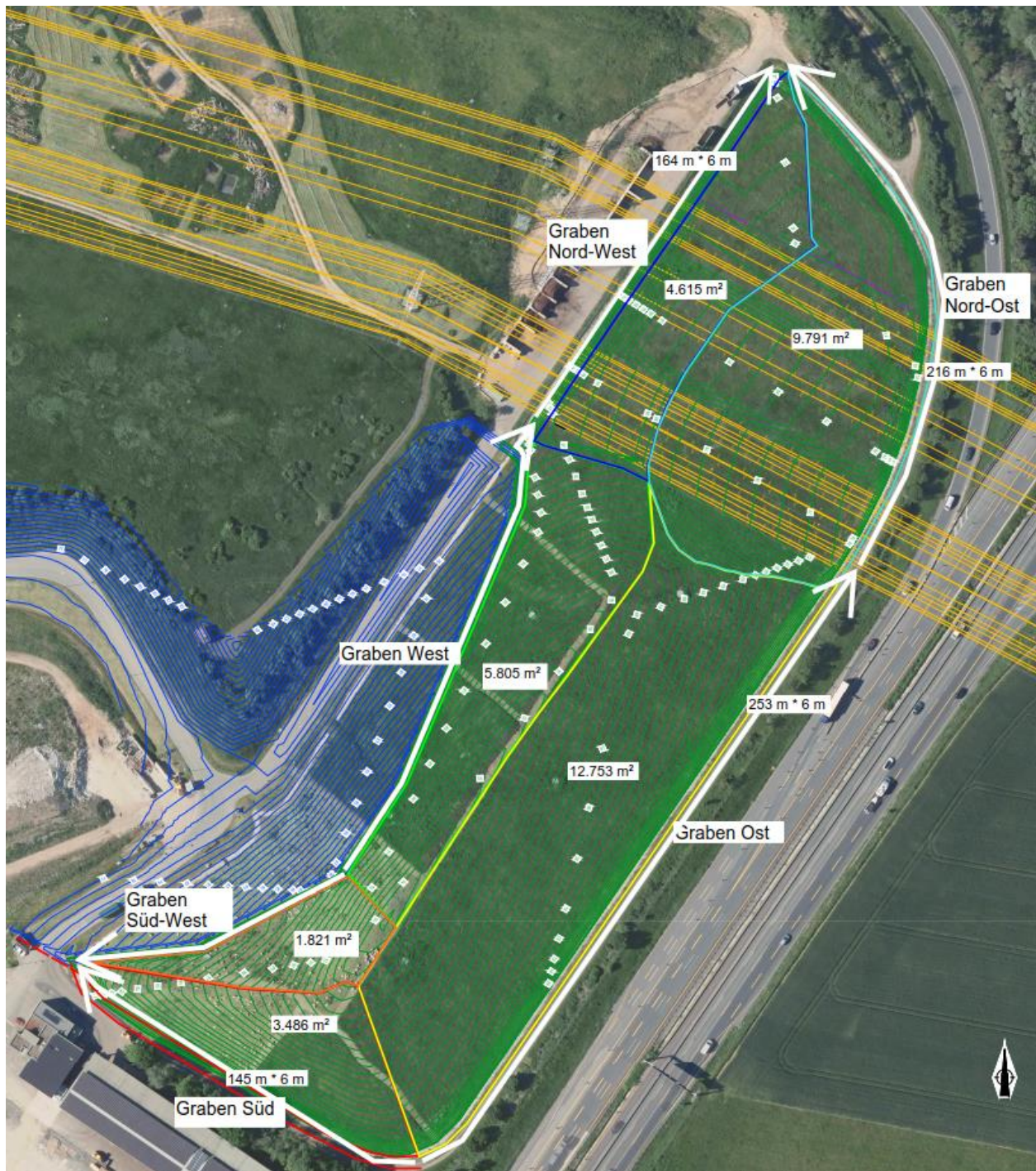


Abbildung 1.1 Bezeichnung und Lage der Gräben und Größen der Teileinzugsgebiete

2 UNTERLAGEN

- [U1] IB Kreuzer (10/1998): Temporäre Abdeckung und Vorflut zum Sickerbecken, Erläuterungsbericht zur Genehmigungsplanung, 16.10.1998
- [U2] Deutscher Wetterdienst Abteilung Hydrometeorologie KOSTRA-DWD 2020, Niederschlagshöhen und –spenden für Siegburg (Spalte 104, Zeile 144)

3 HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN GRÄBEN

Die Ermittlung der erforderlichen Ableitkapazitäten der einzelnen Elemente zur Oberflächenwasserableitung (Gräben und Rohrleitungen) erfolgt für eine Niederschlagsspende mit 5-jähriger Wiederkehrzeit und einer Niederschlagsdauer von 15 Minuten und beträgt gemäß KOSTRA Daten [U2] $r_{15, n = 0,2} = 171,1 \text{ [l/(s*ha)]}$. Die hydraulischen Berechnungen erfolgen je Bauphase unter Berücksichtigung der fortschreitenden Herrichtung der endgültigen Oberflächenabdichtung (Rekultivierung). Für die einzelnen Entwässerungselemente wird die maximal erforderliche Ableitkapazität ermittelt. Für geplanten Entwässerungselemente im Übergangsbereich 4. BA Süd und Mineralstoffdeponie werden die erforderlichen hydraulischen Randbedingungen (Abflussquerschnitt und Mindestgefälle) ermittelt.

Die erforderliche Ableitkapazität $Q_{\text{erf.}}$ der einzelnen Entwässerungselemente in Abhängigkeit zur Bauphase wird wie folgt ermittelt:

$$Q_{\text{erf.}} = r_{15, n = 0,2} * A_u$$

Als spezifische Abflussbeiwerte ψ_m , zur Ermittlung der undurchlässigen Flächen A_u , wurden in Abhängigkeit des zeitlichen Zustandes und der örtlichen Verhältnisse die folgende Werte verwendet:

- | | |
|--|------|
| • aktuelle temporäre Oberflächenabdichtung | 0,25 |
| • Bauphase: | 0,9 |
| • nach Herstellung OFA | 0,25 |
| • Umfahrungsweg | 0,9 |

In Anlage 4.4.1 sind die flächenspezifischen Angaben aufgelistet. In Anlage 4.4.2 sind die damit ermittelten Abflussmengen zusammengestellt.

Für die geplant herzustellenden Entwässerungsgräben sind folgende Grabenprofile inkl. Drainagerohr, bzw. Gräben als Betonhalbschalen vorgesehen:

Tabelle 3-1: Kennzeichen der Grabenquerschnitte.

Entwässerungsgraben	Bauart	Länge [m]	Min. Gefälle [%]	Durchmesser [m]	Fließtiefe [m]	Sohlbreite [m]	Böschungseigung [1:n]
Süd-West	Beton Halbschale	98	2,28	0,4			
West	Beton Halbschale	167	5,22	0,4			
Nord-West	Graben mit Drainrohr	151	0,59	0,2	0,2	2,2	1,5
Ost	Graben mit Drainrohr	255	1,65	0,2	0,2	2,2	1,5
Nord-Ost	Graben mit Drainrohr	197	0,49	0,2	0,2	2,2	1,5
Süd	Graben mit Drainrohr	138	0,5	0,2	0,2	2,2	1,5
Ableitung Nord	SB Rohr	31	3,0	0,5			

Die Berechnungen für den Endzustand sind in Anlage 4.4.3, Blatt a enthalten.

Unter Zugrundelegung vorgenannter Randbedingungen weisen sämtliche geplanten Entwässerungsgräben und die Ableitung (SB-Rohr DN 500) zum Sickerwasserbecken II im Norden des 4 BA, gemäß der in Tabelle 3-2 aufgelisteten Werte, eine ausreichende Ableitkapazität **im Endzustand** (fertiggestellte Oberflächenabdichtung mit Abflussbeiwert 0,25 [-]) auf.

Tabelle 3-2: Entwässerungsgräben im Endzustand mit $Q_{\text{vorh.}} < Q_{\text{erf.}}$

Entwässerungsgraben	$Q_{\text{vorh.}}$ [l/s]	$Q_{\text{erf.}}$ [l/s]	Auslastungs- grad [%]
Süd-West	102	23,1	23
West	155	49,2	32
Nord-West	380	73,1	19
Ost	635	77,9	12
Nord-Ost	346	125	36
Süd	349	28,3	8
Ableitung Nord	657	198	30

Die Berechnungen für den Bauzustand sind in Anlage 4.4.3, Blatt b enthalten.

Unter Zugrundelegung vorgenannter Randbedingungen weisen die geplanten Entwässerungsgräben und die Ableitung (SB-Rohr DN 500) im Norden des 4. BA zum Sickerwasserbecken II, gemäß der in Tabelle 3-3 aufgelisteten Werte, nur zum Teil eine ausreichende Ableitkapazität **unter Annahme eines zeitgleichen Bauzustandes** (Abflussbeiwert 0,9 [-]) auf.

Tabelle 3-3: Entwässerungsgräben im Bauzustand mit $Q_{\text{vorh.}} < Q_{\text{erf.}}$

Entwässerungsgraben	$Q_{\text{vorh.}}$ [l/s]	$Q_{\text{erf.}}$ [l/s]	Auslastungs- grad [%]
Süd-West	102	84,8	83
West	155	186	120
Nord-West	380	272	72
Ost	635	220	35
Nord-Ost	346	390,5	113
Süd	349	67,1	19
Ableitung Nord	657	663	101

Da jedoch die Ausführungen der Oberflächenabdichtungen der Erweiterung der Mineralstoffdeponie und des 4. BA **nicht zeitgleich** erfolgen, werden die in der Tabelle 3-3 genannten Abflüsse bei Weitem nicht erreicht. Der West Graben kann deshalb als ausreichend dimensioniert angesehen werden. Des Weiteren wurde, auf der sicheren Seite liegend, bei der Berechnung der Abflüsse nur der freie Abflussquerschnitt oberhalb der Kiesschicht als abflusswirksam angenommen. In dem kiesgefüllten Querschnittsanteil werden jedoch erhebliche Anteile des Niederschlages aufgenommen und zeitverzögert abgegeben. Aus diesem Grund kann der Graben im Nord-Osten als ausreichend dimensioniert angesehen werden.

In Anlage 4.4.3 und Anlage 4.4.5 erfolgt eine Auflistung der erforderlichen Ableitkapazität je Rohrleitung und Bauphase sowie eine Gegenüberstellung von maximal erforderlicher Ableitkapazität (max. $Q_{\text{erf.}}$) zu minimal vorhandener Ableitkapazität (min. $Q_{\text{vorh.}}$). Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Ableitkapazität der vorhandenen und zukünftig weiter zu nutzenden Entwässerungseinrichtungen eine ausreichende Ableitkapazität aufweisen.

Die Entwässerungsgräben im Übergangsbereich 4. BA Süd und Erweiterung Mineralstoffdeponie sind als Beton-Halbschalen mit einem Durchmesser von 40 cm ausreichend dimensioniert.

Die vorhandenen und zukünftig weiter zu nutzenden Entwässerungselemente (Entwässerungsgräben und Rohrleitungen) weisen eine ausreichende Ableitkapazität auf.

Im Südwesten des BA 4 wird mit der Erweiterung der Mineralstoffdeponie die vorhandene Vorflut entfernt. Das Oberflächenwasser aus den Gräben Süd und Süd-West ist daher mittels einer Rohrleitung unter der zu Baubeginn vorhandenen neuen Deponieauffahrt hindurchzuführen und ein Anschluss an südlichen Graben der Mineralstoffdeponie herzustellen. Aufgrund der dynamischen Belastungen aus dem Anlieferverkehr soll die Leitung als Gussrohr ausgeführt werden. In Anlage 4.4.6 ist der hydraulische Nachweis für ein Rohr DN 350 geführt.

4 HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN ZUR DRÄNWASSERABLEITUNG

Mineralische Entwässerungsschicht BA 4.2

Die hydraulischen Berechnungen zur Dränwasserableitung der mineralischen Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung im Bereich BA 4.2 erfolgen dazu für den längsten Böschungsabschnitt (in Fallrichtung betrachtet), der die nordwestliche Böschung umfasst.

Die Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht wird von 3 Faktoren bestimmt:

- Durchlässigkeitsbeiwert
- Neigung
- Dicke

Alle drei Faktoren sind bestimmend und können variiert werden.

In den entsprechenden Nachweisen (Anlage 4.4.4) wird für die folgenden Randbedingungen der hydraulische Nachweis für die mineralische Entwässerungsschicht geführt:

Tabelle 4-1: bereichsspezifische hydraulische Mindestanforderungen an die mineralische EWS, BA 4.2

Böschungsbereich	Länge [m]	k-Wert [m/s]	geforderte Schichtdicke [m]	notwendige Schichtdicke [m]	Variations-Möglichkeiten
Maximale Regelneigung der Profilierung (1:3,0)	57	$1 \cdot 10^{-3}$	0,3	0,08	Schichtdicke reduzieren
NW-Böschung (1:5,6)	65	$1 \cdot 10^{-3}$	0,3	0,1	Schichtdicke reduzieren

Die bestehenden Variationsmöglichkeiten sollen in der Ausführungsplanung erörtert, die technischen Lösungen optimiert werden. Dazu werden technische und wirtschaftliche Kriterien bewertet.

Geosynthetische Entwässerungsschicht BA 4.1

Die hydraulischen Berechnungen zur Dränwasserableitung der geosynthetischen Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung im Bereich BA 4.1 erfolgen dazu ebenfalls für den längsten Böschungsabschnitt (in Fallrichtung betrachtet), der die nordwestliche Böschung umfasst.

In den entsprechenden Nachweisen (Anlage 4.4.4) wurde für verschiedenen zugelassenen Typen von Dränmatten der hydraulische Nachweis geführt. Die auf dem Markt verfügbaren Dränmatten sind unter den örtlichen Verhältnissen leistungsfähig genug.

CDM Smith Consult GmbH
2023-04-20

A blue ink signature, appearing to be "U. Klos", written over a horizontal line.

Dipl.-Ing. Ulrich Klos

erstellt:

A blue ink signature, appearing to be "T. Bergander", written over a horizontal line.

M.Sc. Tobias Bergander

Projekt: Genehmigungsplanung zur Stilllegung des BA IV
Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.1

Abflussbeiwerte

Regenspende Oberflächenwasser: [l/(s*ha)] 171,1
 nach Kostra (Wiederkehrintervall 5 a; Dauer 15 min.)

Abflussbeiwerte

		ψ
Bauzustand	[-]	0,90
BA IV Nord OFA	[-]	0,90
BA IV Süd OFA	[-]	0,90
Erweiterung Mineralstoffdeponie	[-]	0,90
Weg	[-]	0,90

Endzustand

BA IV Nord OFA	[-]	0,25
BA IV Süd OFA	[-]	0,25
Erweiterung Mineralstoffdeponie	[-]	0,25
Weg	[-]	0,90

Projekt: Genehmigungsfplanung zur Stilllegung des BA IV
Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.2 Abflussmengen

Regenspende Oberflächenwasser: [l/(s*ha)] 171,1
 Flächengrößen anhand Anlage 2.3 über CAD ermittelt.

a) Wassermengen Bauzustand

Annahme: IV. BA Süd - Süd und Ost Böschung / IV. BA Nord - Ostböschung
 Erweiterung Mineralstoffdeponie gleichzeitig im Bau

Flächenbezeichnung	Fläche	Beiwert	Qr	Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S
Deponiekörper	[ha]	[w]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
BA IV Süd	2,625		404						
Böschung Süd	0,349	0,9	53,7						53,7
Böschung Süd-West	0,182	0,9	28,0	28,0					
Böschung West	0,581	0,9	89,4		89,4				
Böschung Ost	1,275	0,9	196,4				196		
Weg Süd	0,087	0,9	13,4						13,4
Weg Ost	0,152	0,9	23,4				23,4		
BA IV Nord	1,669		257						
Böschung West	0,462	0,9	71,1			71,1			
Böschung Ost	0,979	0,9	151					150,8	
Weg West	0,098	0,9	15,2			15,2			
Weg Ost	0,130	0,9	20,0					20,0	
Mineralst. Deponie	0,996		153						
Böschung Nord-Ost	0,628	0,90	96,6		96,6				
Böschung Süd-Ost	0,368	0,90	56,7	56,7					
Summe Abfluss Fläche in Gräben	5,2898		815	84,8	186	86,2	220	171	67,1

Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S
[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Summe Abflüsse in Gräben	84,8	186	272	220	390

Projekt: Genehmigungsfplanung zur Stillegung des BA IV
Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.2 Abflussmengen

b) Wassermengen Deponiekörper Endzustand

Flächenbezeichnung	Fläche	Beiwert	Qr	Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S
Deponiekörper	[ha]	[ψ]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
BA IV Süd	2,557		136						
Böschung Süd	0,349	0,25	14,9						14,9
Böschung SW	0,172	0,25	7,4	7,4					
Böschung West	0,522	0,25	22,3		22,3				
Böschung Ost	1,275	0,25	54,6				54,6		
Weg Süd	0,087	0,9	13,4						13,4
Weg Ost	0,152	0,9	23,4				23,4		
BA IV Nord	1,669		71,4						
Böschung West	0,462	0,25	19,7			19,7			
Böschung Ost	0,979	0,25	41,9					41,9	
Weg West	0,098	0,25	4,2			4,2			
Weg Ost	0,130	0,25	5,5					5,5	
Mineralst. Deponie	0,996		42,6						
Böschun Nord-Ost	0,628	0,25	26,8		26,8				
Böschung Süd-Ost	0,368	0,25	15,8	15,8					
Summe Abfluss Fläche in Gräben	5,2215		250	23,1	49,2	23,9	77,9	47,4	28,3

	Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Summe Abflüsse in Gräben	23,1	49,2	73,1	77,9	125	28,3

Projekt:
Projekt-Nr.:

**Genehmigungsplanung zur Stilllegung des BA IV
102719**

Anlage 4.4.3

Abflussberechnung Gräben und Rohrleitung

a: Bauzustand Entwässerungsgräben und Abflussleitung DN 500 Richtung Norden

Annahme: IV. BA Süd - Süd und Ost Böschung / IV. BA Nord - Ostböschung / Erweiterung Mineralstoffdeponie gleichzeitig im Bau

	Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S	DN 500 Ableitung N
Abmessungen Gräben							
Länge [m]	98	167	151	255	197	138	31
minimales Gefälle	2,28%	5,22%	0,59%	1,65%	0,49%	0,50%	3,00%
Abflussleistung Dränrohr DN200 / Rohr DN 500							
Fließformel nach Prandtl-Colebrook			DN 200	DN 200	DN 200	DN 200	DN 500
Rohrdurchmesser d [m]			0,20	0,20	0,20	0,20	0,50
absolute Rauheit k (Dränrohr gewellt DIN 1185) [mm]			2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Fließgeschwindigkeit Rohr v_{Rohr} [m/s]			0,78	1,30	0,71	0,71	3,35
Querschnittsfläche Rohr A_{Rohr} [m²]			0,031	0,031	0,031	0,031	0,196
Durchfluss Rohr Q_{Rohr} [m³/s]			0,024	0,041	0,022	0,022	0,657
Durchfluss Rohr Q_{Rohr} [l/s]			24	41	22	22	657
Abflussleistung Gräben							
Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler							
Fließtiefe h [m]			0,20	0,20	0,20	0,20	
Sohlbreite b [m]			2,20	2,20	2,20	2,20	
Böschungsnegungen m [-]			1,50	1,50	1,50	1,50	
Rauheitsbeiwert k_{ST} [m ^{1/3} /s]			30,00	30,00	30,00	30,00	
Querschnittsfläche Graben A_{Graben} [m²]			0,50	0,50	0,50	0,50	
Benetzter Umfang L_U [m]			2,92	2,92	2,92	2,92	
Hydraulischer Radius r_{hy} [m]			0,17	0,17	0,17	0,17	
Fließgeschwindigkeit Graben v_{Graben} [m/s]			0,71	1,19	0,65	0,65	
Durchfluss Graben Q_{Graben} [m³/s]			0,36	0,59	0,32	0,33	
Durchfluss Graben Q_{Graben} [l/s]			355	594	324	327	
Abflussleistung Halbschalen							
Teilfüllungswerten für Kreisquerschnitte nach dem DWA-Arbeitsblatt 110							
gewählter Durchmesser d [m]	0,40	0,40					
Rauheitsbeiwert k_{ST} [m ^{1/3} /s]	50	50					
Wasserspiegelbreite bei Vollfüllung b [m]	0,40	0,40					
Querschnittsfläche Schale A_{Schale} [m²]	0,06	0,06					
Benetzter Umfang L_U [m]	0,63	0,63					
Hydraulischer Radius r_{hy} [m]	0,10	0,10					
Fließgeschwindigkeit Schale v_{Schale} [m/s]	1,63	2,46					
Durchfluss Schale $Q_{\text{Schale, vorh.}}$ [m³/s]	0,10	0,15					
Durchfluss Schale $Q_{\text{Schale, vorh.}}$ [l/s]	102	155					
Summe vorhandene Abflussleistung Gräben							
($Q_{\text{Graben}} + Q_{\text{Rohr}}$), Q_{Schale} [l/s] oder Q_{Rohr} [l/s]	102	155	380	635	346	349	657
Erforderlicher Abfluss $Q_{\text{erf.}}$ [l/s]	84,8	186	272	220	390	67,1	663
Summe der Abflüsse je Graben							
Auslastungsgrad [%]	83%	120%	72%	35%	113%	19%	101%

Projekt:
Projekt-Nr.:

Genehmigungsplanung zur Stilllegung des BA IV
102719

Anlage 4.4.3

Abflussberechnung Gräben und Rohrleitung

b: Endzustand Entwässerungsgräben und Abflussleitung DN 500 Richtung Norden

	Graben SW	Graben W	Graben NW	Graben O	Graben NO	Graben S	DN 500 Ableitung N
Abmessungen Gräben							
Länge [m]	98	167	151	255	197	138	31
minimales Gefälle	2,28%	5,22%	0,59%	1,65%	0,49%	0,50%	3,00%
Abflussleistung Dränrohr DN200 / Rohr DN 500							
Fließformel nach Prandtl-Colebrook			DN 200	DN 200	DN 200	DN 200	DN 500
Rohrdurchmesser d [m]			0,20	0,20	0,20	0,20	0,50
absolute Rauheit k (Dränrohr gewellt DIN 1185) [mm]			2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Fließgeschwindigkeit Rohr v_{Rohr} [m/s]			0,78	1,30	0,71	0,71	3,35
Querschnittsfläche Rohr A_{Rohr} [m²]			0,031	0,031	0,031	0,031	0,196
Durchfluss Rohr Q_{Rohr} [m³/s]			0,024	0,041	0,022	0,022	0,657
Durchfluss Rohr Q_{Rohr} [l/s]			24	41	22	22	657
Abflussleistung Gräben							
Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler							
Fließtiefe h [m]			0,20	0,20	0,20	0,20	
Sohlbreite b [m]			2,20	2,20	2,20	2,20	
Böschungsneigungen m [-]			1,50	1,50	1,50	1,50	
Rauheitsbeiwert k_{ST} [m ^{1/3} /s]			30,00	30,00	30,00	30,00	
Querschnittsfläche Graben A_{Graben} [m²]			0,50	0,50	0,50	0,50	
Benetzter Umfang L_u [m]			2,92	2,92	2,92	2,92	
Hydraulischer Radius r_{hy} [m]			0,17	0,17	0,17	0,17	
Fließgeschwindigkeit Graben v_{Graben} [m/s]			0,71	1,19	0,65	0,65	
Durchfluss Graben Q_{Graben} [m³/s]			0,36	0,59	0,32	0,33	
Durchfluss Graben Q_{Graben} [l/s]			355	594	324	327	
Abflussleistung Halbschalen							
Teilfüllungswerten für Kreisquerschnitte nach dem DWA-Arbeitsblatt 110							
gewählter Durchmesser d [m]	0,40	0,40					
Rauheitsbeiwert k_{ST} [m ^{1/3} /s]	50	50					
Wasserspiegelbreite bei Vollfüllung b [m]	0,40	0,40					
Querschnittsfläche Schale A_{Schale} [m²]	0,06	0,06					
Benetzter Umfang L_u [m]	0,63	0,63					
Hydraulischer Radius r_{hy} [m]	0,10	0,10					
Fließgeschwindigkeit Schale v_{Schale} [m/s]	1,63	2,46					
Durchfluss Schale Q_{Schale} [m³/s]	0,10	0,15					
Durchfluss Schale Q_{Schale} [l/s]	102	155					
Summe Abflussleistung Gräben ($Q_{\text{graben}} + Q_{\text{rohr}}$) oder Q_{Schale} [l/s]							
	102	155	380	635	346	349	657
Erforderlicher Abfluss $Q_{\text{erf.}}$ [l/s]	23,1	49,2	73,1	77,9	125	28,3	198
Summe der Abflüsse je Graben							
Auslastungsgrad [%]	23%	32%	19%	12%	36%	8%	30%

Projekt: Genehmigungsplanning zur Stillegung des BA IV
Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.4 **hydraulischer Nachweis Entwässerungsschicht**

1 Wasseranfall

Dränspende	Qs =	25 l/m ² *d	GDA E 2-20		
entspricht	Qs =	2,9E-04 l/m ² *s			
maximale Länge bis Böschungskrone	L=	65 m	Einzugsgebiet Ost BA 4.2	73 m	Einzugsgebiet Nord-Ost BA 4.1
Wassermenge max. in Entwässerungsschicht	Q =	0,019 l/m*s		0,021 l/m*s	

2 Leistungsfähigkeit mineralische Entwässerungsschicht

Wasserdurchlässigkeit der Entwässerungsschicht	k =	1,0E-03 m/s	
Dicke der Entwässerungsschicht	d =	0,3 m	
Gefälle der Entwässerungsschicht	i =	0,19	
ableitbare Wassermenge in der Entwässerungsschicht	Q =	0,06 l/m*s	0,10 m notwendige Dicke

Die Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht ist für einen k-Wert von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s gegeben.

Das aufnehmbare Wasservolumen beträgt bei einem Porenanteil von ca. 30 % immerhin 90 l/m².
Das ist mehr, als jeder nicht völlig ungewöhnliche Regen an Wasser bereitstellt.
Damit könnte auch ein Rückstau in der Entwässerungsschicht akzeptiert werden.

3 Leistungsfähigkeit Dränmatte

Gefälle der Dränmatte i = 0,044 im Endzustand (nach Setzungen), im Bauzustand 5,5 %

GSE FabriNet ZB-E B300Z aus Zulassungsschein Nr. 13/BAM 4.3/04/12 vom 09.10.2019

Werte für	20 kN/m ²			
i	0,05	0,1	0,3	
q _{LZ} (l/m*s)	0,09	0,13	0,29	

Gefälle i
0,044 0,07 l/s*m

Bedrain VGV 3 aus Datenblatt Bedrain VG(V)

Werte für	20 kN/m ²			
i	0,05	0,1	0,3	1
q _{LZ} (l/m*s)	0,05	0,09	0,27	0,9

Gefälle i
0,044 0,04 l/s*m

ableitbare Wassermenge in der Dränmatte Q = 0,07 , bzw. 0,04 l/s*m

Die Leistungsfähigkeit der Dränmatte ist für das Gefälle im Endzustand von 4,4% gegeben.

Projekt: Genehmigungsplannung zur Stilllegung des BA IV
 Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.5 Hydraulische Bemessung des Kreisprofils Ableitung Nord

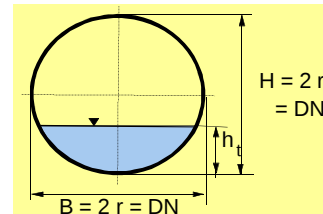
$Q_{\text{erf}} = 0,386 \text{ m}^3/\text{s}$
 $I_s = 0,03000$ -
 $k_b = 1,50 \text{ mm}$
 $d_{\text{min}} =$ m
 $DN = 500 \text{ mm}$
 $A_v = 0,196 \text{ m}^2$
 $Q_v = 0,657 \text{ m}^3/\text{s}$
 $v_v = 3,348 \text{ m/s}$
 $v = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



Maximal abzuleitender Abfluß
 Sohlgefälle
 Betriebliche Rauheit
 kleinstmöglicher Durchmesser
 Nennweite
 Querschnitt
Vollfüllungsabfluß
 Fließgeschwindigkeit
 kinematische Zähigkeit
 Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

bei: $\frac{Q_t}{Q_v} \leq 0,90$



Verknüpfung
 Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Querschnitt (Teilfüllung) A_t [m ²]	Hyd. Radius (Teilfüllung) $r_{hy,t}$ [m]	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t [m/s]	Teilfüllungs- Abfluß Q_t [m ³ /s]	Froude-Zahl (absolut) Fr -	Energiehöhe h_E [m]	Teilfüllungs- verhältnis Q_t/Q_v -	untersuchte Abflüsse Q_t Text
0,100	0,200	0,028	0,060	2,123	0,059	2,56	0,330	0,090	$Q_{t,n}$
0,200	0,400	0,073	0,107	3,040	0,223	2,51	0,671	0,339	$Q_{t,24}$
0,300	0,600	0,123	0,139	3,575	0,440	2,28	0,951	0,669	$Q_{t,14}$
0,400	0,800	0,168	0,152	3,785	0,637	1,86	1,130	0,970	
0,500	1,000	0,196	0,125	3,348	0,657	0,00	1,071	1,000	

Projekt: Genehmigungsplannung zur Stilllegung des BA IV
Projekt-Nr.: 102719

Anlage 4.4.6 Hydraulische Bemessung des Kreisprofils Ableitung Südwest

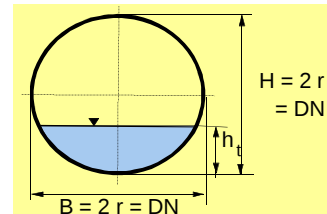
$Q_{\text{erf}} = 0,150 \text{ m}^3/\text{s}$
 $I_s = 0,01000$ -
 $k_b = 1,50 \text{ mm}$
 $d_{\text{min}} =$ m
 $DN = 350 \text{ mm}$
 $A_v = 0,096 \text{ m}^2$
 $Q_v = 0,147 \text{ m}^3/\text{s}$
 $v_v = 1,533 \text{ m/s}$
 $v = 1,31 \text{ m}^2/\text{s}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



Maximal abzuleitender Abfluß
 Sohlgefälle
 Betriebliche Rauheit
 kleinstmöglicher Durchmesser
 Nennweite
 Querschnitt
Vollfüllungsabfluß
 Fließgeschwindigkeit
 kinematische Zähigkeit
 Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

bei: $\frac{Q_t}{Q_v} \leq 0,90$



Verknüpfung
 Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Querschnitt (Teilfüllung) A_t [m ²]	Hyd. Radius (Teilfüllung) $r_{hy,t}$ [m]	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t [m/s]	Teilfüllungs- Abfluß Q_t [m ³ /s]	Froude-Zahl (absolut) Fr -	Energiehöhe h_E [m]	Teilfüllungs- verhältnis Q_t/Q_v -	untersuchte Abflüsse Q_t Text
0,100	0,286	0,023	0,057	1,178	0,027	1,40	0,171	0,181	$Q_{t,n}$
0,200	0,571	0,057	0,095	1,610	0,092	1,27	0,332	0,621	$Q_{t,24}$
0,250	0,714	0,074	0,104	1,711	0,126	1,13	0,399	0,853	$Q_{t,14}$
0,300	0,857	0,088	0,106	1,728	0,152	0,92	0,452	1,028	
0,350	1,000	0,096	0,088	1,533	0,147	0,00	0,470	1,000	