

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.1: Niederschlagshöhen und -spenden lt. KOSTRA-DWD 2000 für Eschweiler, Rheinland

Jährlichkeit T [a]	0,5	1	2	5	10	20	50	100
--------------------	-----	---	---	---	----	----	----	-----

Dauerstufe D	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N	h_N	r_N
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

5	min	2,9	96,7	4,3	141,8	5,6	186,8	7,4	246,4	8,7	291,5	10,1	336,6	11,9	396,2	13,2	441,3
10	min	5,1	85,2	6,9	115,3	8,7	145,5	11,1	185,4	12,9	215,5	14,7	245,7	17,1	285,5	18,9	315,7
15	min	6,6	73,4	8,8	97,2	10,9	121,1	13,7	152,6	15,9	176,4	18,0	200,2	20,9	231,7	23,0	255,6
20	min	7,7	63,9	10,1	84,0	12,5	104,2	15,7	130,9	18,1	151,0	20,5	171,2	23,7	197,9	26,2	218,0
30	min	9,0	50,1	11,9	66,1	14,8	82,0	18,6	103,1	21,4	119,0	24,3	135,0	28,1	156,0	31,0	172,0
45	min	10,1	37,5	13,5	50,1	16,9	62,6	21,4	79,3	24,8	91,9	28,2	104,5	32,7	121,2	36,1	133,8
60	min	10,7	29,6	14,5	40,3	18,3	50,9	23,4	65,0	27,3	75,7	31,1	66,4	36,2	100,5	40,0	111,1
90	min	12,2	22,5	16,5	30,6	20,8	38,6	26,5	49,2	30,9	57,2	35,2	65,2	40,9	75,8	45,2	83,8
2	h	13,4	18,6	18,1	25,1	22,8	31,7	29,0	40,3	33,7	46,8	38,4	53,4	44,6	62,0	49,4	68,6
3	h	15,3	14,1	20,6	19,1	25,9	24,0	32,9	30,5	38,2	35,4	43,5	40,3	50,5	46,8	55,8	51,7
4	h	16,8	11,7	22,6	15,7	28,3	19,7	36,0	25,0	41,7	29,0	47,5	33,0	55,1	38,3	60,9	42,3
6	h	19,2	8,9	25,7	11,9	32,2	14,9	40,8	18,9	47,3	21,9	53,8	24,9	62,4	28,9	68,9	31,9
9	h	21,9	6,7	29,2	9,0	36,5	11,3	46,2	14,3	53,5	16,5	60,9	18,8	70,6	21,8	77,9	24,0
12	h	24,0	5,6	32,0	7,4	40,0	9,3	50,5	11,7	58,5	13,5	66,5	15,4	77,0	17,8	85,0	19,7
18	h	25,3	3,9	34,8	5,4	44,2	6,8	56,7	8,7	66,1	10,2	75,6	11,7	88,1	13,6	97,5	15,0
24	h	26,6	3,1	37,5	4,3	48,4	5,6	62,8	7,3	73,8	8,5	84,7	9,8	99,1	11,5	110,0	12,7
48	h	33,7	2,0	45,0	2,6	56,3	3,3	71,2	4,1	82,5	4,8	93,8	5,4	108,7	6,3	120,0	6,9
72	h	43,7	1,7	55,0	2,1	66,3	2,6	81,2	3,1	92,5	3,6	103,8	4,0	118,7	4,6	130,0	5,0

Erklärungen

- T - Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)
- D - Niederschlagsdauer [min bzw. h]
- h_N - Niederschlagshöhe [mm]
- r_N - Niederschlagsspende [l/s*ha]

gewählte Toleranzbeträge in Abhängigkeit der Jährlichkeit [T]

Jährlichkeit	Toleranz	Faktor
0,5 a <= T <= 5 a	10%	1,10
5 a < T <= 50 a	15%	1,15
50 a < T <= 100 a	20%	1,20

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.2 Bemessungsgröße, Teileinzugsgebiete, Abflussleistungen

1. Hinweis

Der auf der Oberflächenabdichtung anfallende Niederschlag wird zum einen direkt über die Oberfläche der Rekultivierungsschicht (Oberflächenabfluss) und zum anderen über die Entwässerungsschicht (Dränspende = versickertes Niederschlagswasser) abgeleitet. Somit kann der Wasserhaushalt der Oberflächenabdichtung in die Teilbereiche "Oberflächenabfluss" und "Entwässerungsschicht" unterteilt werden.

(A) Oberflächenabfluss

Für die hydraulische Bemessung des oberhalb der Rekultivierungsschicht stattfindenden Oberflächenabflusses im Endzustand ist ein 10-minütiges Regenereignis der Jährlichkeit 2 ($r_{10,2}$) nach Kostra-DWD 2000 (siehe Anlage 7.1) als Bemessungsregenspende zu berücksichtigen:

- Dauerstufe	D	=	10	[min]
- Wiederkehrzeit	T_n	=	2	[a]
- Regenspende lt. KOSTRA	$r_{D,n}$	=	145,5	[l/(s x ha)]
- Regenspende lt. KOSTRA zzgl. 10% Toleranz	$r^*_{D,n}$	=	160,1	[l/(s x ha)]

Erfahrungen mit der Entwässerung auf vergleichbaren Standorten zeigen, dass auf nahezu unbefestigten Standorten ein großer Teil des Niederschlages kurzzeitig versickert, an der Oberfläche im Bewuchs zurückgehalten wird oder verdunstet, so dass der tatsächliche Oberflächenabfluss zumindest nach einer ersten Bewuchsbildung (und damit für den Regelfall) sehr gering ist.

Die in Tabelle 6 des DWA-Merkblatt A 118 für unbefestigte Flächen empfohlenen Abflussbeiwerte führen daher oftmals zu einer deutlichen Überdimensionierung der Entwässerungselemente auf Deponien. Wohl auch aus diesem Grund weist die Fußnote in der dortigen Tabelle darauf hin, dass bei unbefestigten Flächen die Abflussbeiwerte gesondert zu betrachten sind.

Im Arbeitsblatt wird ebenfalls darauf verwiesen, dass Tabelle 6 für Fließlängen von 40 bis 70 m gilt. Tatsächlich liegen bei der geplanten Oberflächenabdichtung teilweise deutlich längere Fließwege vor.

Abweichend von den Abflussbeiwerte gemäß DWA-Merkblatt A 118 werden daher folgende Spitzenabflussbeiwerte in Abhängigkeit der Flächennutzung und der Zulaufänge wie folgt in Ansatz gebracht:

- begrünte Rekultivierungsschicht, $l < 100$ m	$\psi_{s,1}$	=	0,2	[-]
- begrünte Rekultivierungsschicht, $l > 100$ m	$\psi_{s,2}$	=	0,1	[-]

Für die Böschungen mit einem Gefälle von 1:3 sowie die außerhalb der Ablagerungsfläche liegenden Böschungen wird hingegen der Spitzenabflussbeiwert mit $\psi_{s,3}$ = 0,3 [-] angesetzt.

(B) Entwässerungsschicht

Gemäß der Empfehlungen 2-20 des A 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke) der Fachsektion 6 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., kurz GDA E 2-20, ist für die stationäre Bemessung der Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung folgende konstante Trockenwetterabfluss zu berücksichtigen:

- Trockenabflussspende	q_s	=	25	[m/d]
		=	2,894	[l/(s x ha)]

2. Bemessungsformeln

Die Ermittlung des Oberflächenabflusses erfolgt auf Basis der Berechnungsformel für den Regenwetterabfluss nach dem Arbeitsblatt DWA-A 118:

$$Q_{r,TE} = r_{D,n} * (A_E/10.000) * \psi_s \quad \text{(Gleichung 1)}$$

mit:

A_E	- Einzugsgebietsfläche, [m ²]
$r_{D,n}$	- Bemessungsregenspende, [l/(s*ha)]
$Q_{r,TE}$	- Oberflächenabfluss, [l/s]
ψ_s	- Spitzenabflussbeiwert, [-]

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.2 Bemessungsgröße, Teileinzugsgebiete, Abflussleistungen

Der Trockenwetterabfluss wird hingegen wie folgt ermittelt:

$$Q_{24,TE} = q_s \cdot (A_E/10.000) \quad \text{(Gleichung 2)}$$

mit:

q_s - Dränspende, [l/(s*ha)]

3. Teileinzugsgebiete und Abflussmengen

In der nachstehenden Tabelle ist der Regen- und Trockenwetterabfluss getrennt nach (Teil-)Einzugsgebieten aufgeführt. Die Anordnung der (Teil-)Einzugsgebiete kann der Anlage 7.6 entnommen werden. Auf der sicheren Seite liegend wird die Regenspende mit einer 10% Sicherheit (Toleranz) berücksichtigt.

Teileinzugsgebiete	A _E	Fließlänge	ψ	A _U	Regenabfluss		Trockenwetterabfluss		Gesamt-abfluss	
					r _{10,2}	Q _{r,TE}	q _{Drän}	Q _{t24,TE}		
Nr.	m ²	m	-	m ²	l/(s*ha)	l/s	l/(s*ha)	l/s	l/s	
Deponie Westböschung										
Deponie 1	8.200	<100	0,300	2.460	160,1	39,4	2,9	2,4	41,8	
Deponie 2	900	<100	0,300	270	160,1	4,3	2,9	0,3	4,6	
Deponie 3	3.100	<100	0,300	930	160,1	14,9	2,9	0,9	15,8	
Deponie 4.1	58.000	>100	0,100	5.800	160,1	92,9	2,9	16,8	109,7	
Deponie 4.2	13.600	>100	0,100	1.360	160,1	21,8	2,9	3,9	25,7	
Deponie 5	1.000	>100	0,100	100	160,1	1,6	2,9	0,3	1,9	
Deponie 6	35.700	>100	0,100	3.570	160,1	57,2	2,9	10,3	67,5	
Deponie Ostböschung										
Deponie 7	7.200	<100	0,300	2.160	160,1	34,6	2,9	2,1	36,7	
Deponie 8	1.300	<100	0,300	390	160,1	6,2	2,9	0,4	6,6	
Deponie 9	2.700	<100	0,300	810	160,1	13,0	2,9	0,8	13,8	
Deponie 11.1	60.400	>100	0,100	6.040	160,1	96,7	2,9	17,5	114,2	
Deponie 11.2	7.500	>100	0,100	750	160,1	12,0	2,9	2,2	14,2	
Deponie 12	34.300	>100	0,100	3.430	160,1	54,9	2,9	9,9	64,8	
Deponie 13	14.100	>100	0,100	1.410	160,1	22,6	2,9	4,1	26,7	
Σ Deponie	248.000			29.480		472,1		71,9	544,0	
Außenbereich Westböschung										
Außen 1	900	-	0,300	270	160,1	4,3	2,9	0,3	4,6	
Außen 2	3.600	-	0,300	1.080	160,1	17,3	2,9	1,0	18,3	
Außen 3	2.400	-	0,300	720	160,1	11,5	2,9	0,7	12,2	
Außenbereich Ostböschung										
Außen 4	1.300	-	0,300	390	160,1	6,2	2,9	0,4	6,6	
Außen 5	5.600	-	0,300	1.680	160,1	26,9	2,9	1,6	28,5	
Außen 6	4.600	-	0,300	1.380	160,1	22,1	2,9	1,3	23,4	
Außen 7	2.400	-	0,300	720	160,1	11,5	2,9	0,7	12,2	
Σ Außenbereich	20.800			6.240		99,8			105,8	

Zentraldeponie Alsdorf-Warden Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.3: Bemessung einer Dränmatte als Element der Oberflächenabdichtung

1. Bemessungsformeln

Zum Nachweis des ausreichenden langfristigen Wasserableitvermögens sind für Kunststoffdränelemente grundsätzlich entsprechende hydraulische Berechnungen durchzuführen. Hinweise zu den Berechnungen sind in der "GDA E 2-20, Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungselementen" zu finden.

Grundsätzlich gilt beim hydraulischen Nachweis folgende Grundformel:

$$q_{LZ,d} \geq q_a \geq q_s \cdot l_s \quad (\text{Gleichung 3})$$

mit:

$q_{LZ,d}$	= Bemessungswert des Langzeit-Wasserableitvermögens, [l/s*m]
q_a	= spezifischer Dränabfluss, [l/s*m]
q_s	= Dränspende, [l/s*m ²]
l_s	= Entwässerungslänge, [m]

Die Grundformel wird dabei im nachfolgenden weiter differenziert in:

$$q_{LZ,d} \geq \frac{q_{LZ}}{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 \cdot D_4} \quad (\text{Gleichung 4})$$

mit:

$q_{LZ,d}$	= Bemessungswert des Langzeit-Wasserableitvermögens, [l/s*m]
q_{LZ}	= Langzeit-Wasserableitvermögen, [l/s*m]
D_{1-4}	= Abminderungsfaktoren für die hydraulische Bemessung von Kunststoff-Dränelementen (siehe GDA-Empfehlung E 2-20, Tabelle 2-20.1)

Letztendlich ist somit nachzuweisen, dass das reduzierte Langzeit-Wasserableitvermögen $q_{LZ,d}$ unter Berücksichtigung verschiedener Sicherheiten größer ist als der spezifische Dränabfluss. Dabei ist das $q_{LZ,d}$ hierbei produktbezogen.

2. Bemessungsgrößen

Für den hier zu erbringenden produktspezifischen Nachweis, wurde das Kunststoffdränelement *Enkadrain® ZB 350*, Zulassungsnummer der Bundesanstalt 02/BAM 4.3/03/12 gewählt. Im Zuge der Ausführung können auch Alternativprodukte zum Einbau zugelassen werden. Vom bauausführenden Unternehmen ist dann ggf. ein erneuter Nachweis zu führen bzw. darzulegen, dass die hier getroffenen Annahmen durch den Einsatz eines Alternativproduktes eingehalten werden. Die in Eignungsversuchen unter verschiedenen Randbedingungen ermittelten Langzeit-Wasserableitvermögen können dem Zulassungsschein der BAM entnommen werden.

Um die maßgebenden bzw. hydraulisch am höchsten belasteten Fließwege zu erfassen, wurden die Bereiche mit der längsten Entwässerungslänge als auch mit der geringsten Böschungsneigung betrachtet.

Im Fall der ehem. Zentraldeponie Alsdorf-Warden liegt das Kunststoffdränelement unterhalb einer 1,30 m mächtigen Rekultivierungsbodenschicht, die einer Auflast von ca. 20 kPa entspricht.

Die Bettung des Kunststoffdränelements erfolgt zwischen der Rekultivierungsschicht und einer Kunststoffdichtungsbahn. Nach Einschätzungen der BAM, entspricht dies einer Bettung, die im Laborversuch mit "weich/hart" beschrieben ist.

3. Bemessung des Kunststoffdränelements/Entwässerungsschicht

Dränstrecke	Dränstrecke l_s [m]	Dränspende q_s [l/(s*ha)]	spezifischer Dränabfluss am Streckenende q_a [l/(s*m _{Breite})]	hydraulischer Gradient [-]	Beanspruchung [kPa]	Art der Bettung [-]	gewähltes Langzeit-Wasserableitvermögen* q_{LZ} [m ² /s]	Abminderungsfaktoren				reduziertes Langzeit-Wasserableitvermögen $q_{LZ,d}$ [l/(s*m _{Breite})]
								D1	D2	D3	D4	
Dränstrecke Deponie												
Bemessungsfall 1 - Südböschung 1:3 n.S.	41,30	2,894	0,012	0,30	20,0	weich/hart	7,5E-04	1,3	1,2	1,2	2,0	0,200
			q_a	<	$q_{LZ,d}$	Nachweis erbracht !						
Bemessungsfall 2 - Westböschung > 5 % n.S.	220,00	2,894	0,064	0,05	20,0	weich/hart	2,5E-04	1,3	1,2	1,2	2,0	0,067
			q_a	<	$q_{LZ,d}$	Nachweis erbracht !						
Bemessungsfall 3 - Ostböschung > 5 % n.S.	220,00	2,894	0,064	0,05	20,0	weich/hart	2,5E-04	1,3	1,2	1,2	2,0	0,067
			q_a	<	$q_{LZ,d}$	Nachweis erbracht !						
Bemessungsfall 4 - Nordböschung > 5 % n.S.	185,00	2,894	0,054	0,05	20,0	weich/hart	2,5E-04	1,3	1,2	1,2	2,0	0,067
			q_a	<	$q_{LZ,d}$	Nachweis erbracht !						
Ergebnis												
Für sämtliche Bemessungsfälle wird der Nachweis der ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit für den Zustand nach Setzungen (n.S.) erbracht. Der Nachweis für den Zustand vor Setzungen (v.S.) ist somit auch erbracht. Vor der Bauausführung ist die Dimensionierung der Dränrohre und die zulässige Dränstrecke anhand des tatsächlich zum Einsatz kommenden Kunststoffdränelements zu ermitteln.												

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.4: Bemessung der Dränageleitungen in der Oberflächenabdichtung

1. Bemessungsformeln

Die Bemessung der Dränageleitungen erfolgt auf Grundlage des ATV-DVWK-Arbeitsblattes 110 nach der allgemeinen Fließformel für kreisförmige, vollständig gefüllten Rohrleitungen.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(-2 \lg \left[\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right] \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E} \right) \quad (\text{Gleichung 5})$$

$$\nu = \frac{Q}{A} \quad (\text{Gleichung 6})$$

mit:

- Q = maximaler Abfluss bei Vollfüllung, [l/s]
- d = Innendurchmesser der Rohrleitung, [m]
- ν = kinematische Zähigkeit des Mediums, [m²/s]
- g = Erdbeschleunigung, [m/s²]
- J_E = Energieliniengefälle (Energieverlust pro Längeneinheit), [-]
- k = hydraulische Rauheit der Rohrleitung, [m]
- ν = Fließgeschwindigkeit, [m/s]
- A = Querschnittsfläche der Rohrleitung, [m²]

2. Bemessungsgrößen

- Bei der Berechnung wurde $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ [m²/s] angenommen. In diesem Wert sind die normalerweise höhere Temperatur und die gegenüber Reinwasser andere Zusammensetzung von Abwasser berücksichtigt.
- Das Energieliniengefälle J_E wurde in Anlehnung an die ATV-DVWK_A 110 durch das Sohlgefälle J vor Setzungen ersetzt. Hierbei ist jeweils auf der "sicheren Seite liegend" das geringste Leitungsgefälle berücksichtigt
- Die hydraulische Rauheit k wurde in Anlehnung an das ATV-DVWK A110 durch die betriebliche Rauheit k_b ersetzt.
- Für die Bemessung der Dränageleitungen wurden der vorhandene Abfluss Q_{vorh.} gemäß Anlage 7.2 zugrundegelegt.

3. Bemessung der Dränageleitungen

Die Lager Dränrohre kann der Anlage 7.6 entnommen werden. Um eine Inspektion der Leitungen dauerhaft gewährleisten zu können, wird der Mindestdurchmesser mit DN 200 festgelegt. Bei einer Druckbeständigkeit der Rohre von SDR 17 entspricht dies einem Außendurchmesser von 225 (di 198,2).

Strang Nr.	Teileinzugsgebiet		Trockenwetter- abfluss Q _{24,TE} l/s	relevanter Abfluss Q l/s	J %	da mm	di mm	k _b mm	V _{voll} m/s	Abfluss Vollfüllung Q _{voll} l/s
	A _E Nr.	m ²								
Westböschung										
Drän 1	Deponie 1	8.200	2,4	2,4	> 2,00	225	198,2	1,50	1,49	46,1
Drän 2	Drän 1	8.200	2,4	2,7	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Deponie 2	900	0,3							
Drän 3	Deponie 3	3.100	0,9	0,9	> 5,00	225	198,2	1,50	2,37	73,0
Drän 4	Deponie 4.1	58.000	16,8	16,8	4,50	225	198,2	1,50	2,24	69,2
Drän 5	Drän 2	9.100	2,7	24,3	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Drän 3	3.100	0,9							
	Deponie 4.2	13.600	3,9							
	Drän 4	58.000	16,8							
Drän 6	Deponie 5	1.000	0,3	0,3	5,00	225	198,2	1,50	2,37	73,0

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.4: Bemessung der Dränageleitungen in der Oberflächenabdichtung

Strang Nr.	Teileinzugsgebiet		Trockenwetter- abfluss $Q_{24,TE}$ l/s	relevanter Abfluss Q l/s	J %	d_a mm	d_i mm	k_b mm	v_{voll} m/s	Abfluss Vollfüllung Q_{voll} l/s
	A_E Nr.	m ²								
Otböschung										
Drän 8	Deponie 2	7.200	2,1	2,1	> 2,00	225	198,2	1,50	1,49	46,1
Drän 9	Drän 8	7.200	2,1	2,5	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Deponie 8	1.300	0,4							
Drän 10	Deponie 9	2.700	0,8	0,8	> 5,00	225	198,2	1,50	2,37	73,0
Drän 11	Deponie 11.1	60.400	17,5	17,5	4,50	225	198,2	1,50	2,24	69,2
Drän 12	Drän 9	8.500	2,5	23,0	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Drän 10	2.700	0,8							
	Deponie 11.2	7.500	2,2							
	Drän 11	60.400	17,5							
Drän 13	Drän 12	79.100	23,0	32,9	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Deponie 12	34.300	9,9							
Drän 14	Drän 13	113.400	32,9	37,0	1,40	225	198,2	1,50	1,25	38,5
	Deponie 13	14.100	4,1							
Ergebnis										
Für sämtliche Dränrohre wird der Nachweis der ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit für den Zustand nach Setzungen (n.S.) erbracht. Der Nachweis für den Zustand vor Setzungen (v.S.) ist somit auch erbracht.										

Zentraldeponie Alsdorf-Warden

Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.5: Auslegung der Entwässerungsprofile - Entwässerungsmulde Deponie

1. Bemessungsformeln

Die Berechnung des Abflussvermögens und somit die Bemessung der Mulde erfolgen nach der allgemeinen Fließformel nach Gauckler-Manning Strickler

$$Q = A \cdot k_{st} \cdot I^{0,5} \cdot r_{hv}^{2/3} \quad \text{(Gleichung 7)}$$

mit:

$$R = A / U \quad \text{(Gleichung 8)}$$

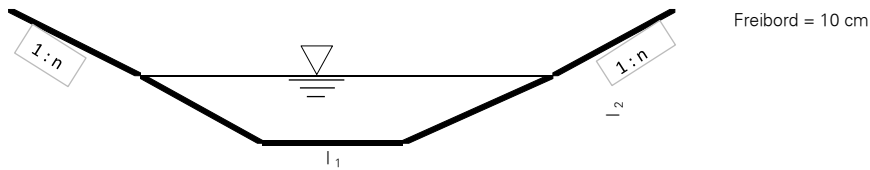
$$A = b_{so} \cdot h + n \cdot h^2 \quad \text{(Gleichung 9)}$$

$$U = b_{so} + 2 \cdot h \cdot (n^2 + 1)^{0,5} \quad \text{(Gleichung 10)}$$

- Q = möglicher Durchfluss, [m³/s]
- A = Abflussquerschnitt, [m²]
- k_{st} = Rauigkeit, [m^{1/3}/s], gewählt 35 (Grobkies)
- U = benetzter Umfang des Gerinnes, [m]
- r_{hv} = A/U = hydraulischer Radius, [-]
- I = Sohlgefälle [-]

2. gewählte Abmessungen

In Abhängigkeit der Lage des Trapezgerinnes werden folgende Gerinneprofile unterschieden. Die Abmessung sind nachstehend aufgeführt:



Profil	l_1 m	l_2 m	Neigung 1:n	k_{st} m ^{1/3} /s	A m²	U m	r_{hv} m	I -	mögl. Q l/s
A	0,30	0,20	1,50	35,00	0,12	1,02	0,12	0,014	119,23
B	0,30	0,20	1,50	35,00	0,12	1,02	0,12	0,020	142,51
C	0,30	0,20	1,50	35,00	0,12	1,02	0,12	0,050	225,32
D	0,30	0,30	1,50	35,00	0,23	1,38	0,16	0,014	277,87

3. Bemessung der Dränageleitungen

Die Lager Muldenabschnitte kann der Anlage 7.6 entnommen werden.

Mulde Nr.	Teileinzugsgebiet		Regenabfluss	relevanter Abfluss	-	mögl. Abfluss Gerinne
	A _E Nr.	m²	Q _{24,TE} l/s	Q l/s		Q _{voll} l/s
Westböschung						
Mulde 1	Deponie 1	8.200	39,4	39,4	B	142,51
Mulde 2	Mulde 1	8.200	39,4	48,0	A	119,23
	Deponie 2	900	4,3			
	Außen 1	900	4,3			
Mulde 3	Deponie 3	3.100	14,9	14,9	C	225,32
Mulde 4	Mulde 2	10.000	48,0	194,9	D	277,87
	Mulde 3	3.100	14,9			
	Deponie 4.1	58.000	92,9			
	Deponie 4.2	13.600	21,8			
	Außen 2	3.600	17,3			
Mulde 5	Deponie 5	1.000	1,6	1,6	C	225,32

Zentraldeponie Alsdorf-Warden Anpassung der Abfallschütthöhen

Hydraulische Berechnung der Wasserhaushaltsschicht der Oberflächenabdichtung

Anlage 7.5: Auslegung der Entwässerungsprofile - Entwässerungsmulde Deponie

Mulde Nr.	Teileinzugsgebiet		Regenabfluss $Q_{24,TE}$ l/s	relevanter Abfluss Q l/s	-	Abfluss Gerinne Q_{voll} m/s
	A_E Nr.	m ²				
Mulde 6	Mulde 4	88.300	194,9	265,2	D	277,87
	Mulde 5	1.000	1,6			
	Deponie 6	35.700	57,2			
	Außen 3	2.400	11,5			
Otböschung						
Mulde 7	Deponie 2	7.200	34,6	34,6	B	142,51
Mulde 8	Mulde 7	7.200	34,6	47,0	A	119,23
	Deponie 8	1.300	6,2			
	Außen 4	1.300	6,2			
Mulde 9	Deponie 9	2.700	13,0	13,0	C	225,32
Mulde 10	Mulde 8	9.800	47,0	195,6	D	277,87
	Mulde 9	2.700	13,0			
	Deponie 11.1	60.400	96,7			
	Deponie 11.2	7.500	12,0			
Mulde 11	Außen 5	5.600	26,9	272,6	D	277,87
	Mulde 10	86.000	195,6			
	Deponie 12	34.300	54,9			
Mulde 12	Außen 6	4.600	22,1	277,4	D	277,87
	Mulde 11	124.900	272,6			
	Deponie 13	14.100	4,1			
	Außen 7	2.400	0,7			
Ergebnis						
Für sämtliche Muldenabschnitte wird der Nachweis der ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit erbracht. Der Nachweis für den Zustand vor Setzungen (v.S.) ist somit auch erbracht.						