

Errichtung und Betrieb einer Deponie Klasse 0 nach DepV im Tontagebau Herzfelde

1 Berechnungsgrundlagen

1.1 Gräben

Die Bemessung des Grabenausbaus erfolgt auf Basis der in Anlage T 1.1 je Vorflutpunkt ermittelten Scheitelabflüsse (VP A: 108 l/s, VP B: 129 l/s). Für die einzelnen Gräben werden die Scheitelabflüsse überschlägig auf Grundlage der des Verhältnisses der Quadratwurzel der Fläche des Teileinzugsgebietes des jeweiligen Grabens zur Fläche des Gesamteinzugsgebietes des Vorflutpunktes ermittelt.

$$Q_{\text{Graben}} = Q_{\text{Vorflutpunkt}} \cdot \frac{\sqrt{A_{\text{Graben}}}}{\sqrt{A_{\text{Vorflutpunkt}}}}$$

Der hydraulischen Berechnung für den Graben 1 wird das Szenario zugrunde gelegt, dass der komplette Abfluss des Einzugsgebietes B mit über den Graben 1 geführt wird.

Graben	Vorflutpunkt	A_{Graben} [ha]	$\frac{\sqrt{A_{\text{Graben}}}}{\sqrt{A_{\text{Vorflutpunkt}}}}$	Scheitelabfluss [l/s]	
1	A	4,0	0,46	50	
		Abfluss aus Teileinzugsgebiet B	-	129	
2		15,3	0,89	96	
3		3,0	0,39	43	
6		2,0	0,32	35	
8		3,3	0,41	45	
5		B	3,5	0,43	56
7			3,1	0,41	53
9			3,9	0,46	59
10			10,7	0,75	97
11			2,5	0,36	47

Die hydraulische Berechnung wird für ein Muldenprofil bzw. Trapezprofil nach der Formel von Manning-Strickler durchgeführt.

$$Q = A \cdot k_{\text{st}} \cdot R_{\text{hy}}^{2/3} \cdot I^{1/2} \text{ [m}^3\text{/s]},$$

mit A - Fließquerschnitt

k_{st} - Rauigkeitsbeiwert nach Strickler,

R_{hy} - hydraulischer Radius,

$$R_{\text{hy}} = A/l_u$$

mit l_u - benetzter Umfang,

I - Gefälle.

Die Berechnung erfolgt konservativ mit dem Wert des Scheitelabflusses auf der gesamten Grabenlänge. Eine Differenzierung der Abflüsse für Teilabschnitte wird nicht vorgenommen. Im Ergebnis werden Schleppspannungen ermittelt, für die nach [BOLLRICH] Grabenausbauarten festgelegt werden, deren kritische Schleppspannungen (τ_{krit}) größer sind als die durch die Berechnung ermittelte. Das Sohlgefälle der Gräben wird abschnittsweise berücksichtigt, da dieses Einfluss auf die Fließgeschwindigkeit und damit auf die Schleppspannung hat.

1.2 Durchlässe

Die Durchlässe werden entsprechend ATV-Arbeitsblatt A 110 nach der Allgemeinen Abflussformel berechnet.

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

mit d – Rohrdurchmesser,
 k – betriebliche Rauheit,
 I_E – Energieliniengefälle (wird ersetzt durch das Sohlgefälle),
 ν - kinematische Zähigkeit, $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Zur Berechnung wird die Programmreihe „Praxis der Abwasserhydraulik in Excel, Band 1, Bemessung von Abwasserkanälen“ Abwasserverlag Hamburg 1995 verwendet.

Eingangswerte sind dabei der Durchfluss, das Rohrgefälle, die betriebliche Rauheit des Rohrs und der Rohrdurchmesser. Aus Bewirtschaftungsgründen wird der Rohrdurchmesser nicht kleiner als DN 400 gewählt.

Über die Iteration der Fließtiefe wird der Teilfüllungsabfluss ermittelt. Die Rohrdimension ist ausreichend, wenn der Teilfüllungsabfluss maximal 90 % des Abflusses bei Vollfüllung beträgt.

2 Hydraulische Berechnung der Gräben

2.1 Vorflutpunkt A

2.1.1 Graben 1

Das Grabengefälle beträgt auf der gesamten Grabenlänge zwischen 0,5 % und 0,6 %. Für die Berechnung wird ein Gefälle von 0,5 % verwendet.

Abfluss bei $HQ_{10} = 96 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 1,0 \text{ m}$,
 Böschungsneigung $m = 1,5$,
 Rauigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh + mh^2$ [m ²]	$b + 2h(1 + m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$A k_{st} R_{hy}^{2/3} l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+0,0 bis 0+878,2	0,005	0,24	0,32	1,86	0,17	0,179	0,55	8,55

Als Befestigungsart wird Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung), gewählt.

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 8,55 \text{ N/m}^2.$$

2.1.2 Graben 2

Abfluss bei $HQ_{10} = 179 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 1,0 \text{ m}$,
 Böschungsneigung $m = 1,5$,
 Rauigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigk.	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}i^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+0,0 bis 0+43,0	0,030	0,08	0,09	1,30	0,07	0,096	1,04	20,92
0+43,0 bis 0+202,1	0,015	0,12	0,15	1,44	0,10	0,096	0,66	14,80
0+245,7 bis 0+417,6	0,007	0,15	0,19	1,55	0,12	0,096	0,51	8,33
0+437,1 bis 0+906,9	0,002	0,22	0,29	1,79	0,16	0,096	0,33	3,18
0+943,5 bis 1+050,0	0,008	0,15	0,18	1,53	0,12	0,096	0,54	9,20
1+050,0 bis 1+236,9	0,003	0,19	0,25	1,70	0,15	0,096	0,38	4,34

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+0,0 bis 0+43,0 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 20,92 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+43,0 bis 1+236,9 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 3,18 \dots 14,8 \text{ N/m}^2.$$

2.1.3 Graben 3

Abfluss bei $HQ_{10} = 43 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 1,0 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigk.	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}i^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+20,1 bis 0+108,8	0,009	0,09	0,10	1,32	0,08	0,043	0,43	6,74
0+108,8 bis 0+300,0	0,008	0,09	0,10	1,33	0,08	0,043	0,41	6,17
0+300,0 bis 0+640,4	0,005	0,11	0,12	1,38	0,09	0,043	0,35	4,32

Als Befestigungsart wird Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung), gewählt.

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 4,32 \dots 6,74 \text{ N/m}^2.$$

2.1.4 Graben 6

Abfluss bei $HQ_{10} = 5 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigk.	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+0,0 bis 0+22,0	0,045	0,06	0,04	0,72	0,05	0,035	1,00	21,82
0+22,0 bis 0+335,0	0,040	0,06	0,04	0,72	0,05	0,035	0,96	19,94
0+335,0 bis 0+427,2	0,008	0,12	0,08	0,93	0,09	0,035	0,44	6,77

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+0,0 bis 0+335,0 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 19,94 \dots 21,82 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+335,0 bis 0+427,2 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 6,77 \text{ N/m}^2.$$

2.1.5 Graben 8

Abfluss bei $HQ_{10} = 45 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigk.	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+16,7 bis 0+46,6	0,007	0,13	0,09	0,98	0,10	0,041	0,44	6,56
0+46,6 bis 0+54,8	0,040	0,07	0,04	0,75	0,05	0,041	1,01	21,56
0+54,8 bis 0+729,0	0,020	0,10	0,07	0,86	0,08	0,041	0,63	14,82

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+46,6 bis 0+54,8 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 21,56 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+16,7 bis 0+46,6 und 0+54,8 bis 0+729,0 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 6,56 \dots 14,82 \text{ N/m}^2.$$

2.2 Vorflutpunkt B

2.2.1 Graben 5

Abfluss bei $HQ_{10} = 56 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$, Station 0+0,0 bis 0+289,0
 $B = 1,0 \text{ m}$, Station 0+289,0 bis 0+664,2

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+0,0 bis 0+25,0	0,060	0,05	0,05	1,17	0,04	0,056	1,07	26,07
0+25,0 bis 0+289,0	0,010	0,10	0,12	1,36	0,09	0,056	0,48	8,36
0+289,0 bis 0+345,0	0,033	0,09	0,05	0,81	0,07	0,056	1,04	21,51
0+345,0 bis 0+576,2	0,040	0,08	0,05	0,79	0,06	0,056	1,11	24,94
0+576,2 bis 0+620,0	0,010	0,14	0,10	1,02	0,10	0,056	0,54	9,92
0+620,0 bis 0+658,5	0,006	0,17	0,12	1,09	0,11	0,056	0,45	6,63

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+0,0 bis 0+25,0 und 0+289,0 bis 0+576,2 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 21,51 \dots 26,07 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+25,0 bis 0+289,0 und 0+576,2 bis 0+658,5 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 6,63 \dots 9,92 \text{ N/m}^2.$$

2.2.2 Graben 7

Abfluss bei $HQ_{10} = 53 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+14,7 bis 0+26,0	0,090	0,06	0,04	0,72	0,05	0,053	1,44	44,86
0+26,0 bis 0+625,0	0,040	0,08	0,05	0,78	0,06	0,053	1,09	24,17
0+625,0 bis 0+664,2	0,010	0,14	0,10	1,00	0,10	0,053	0,53	9,70

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+14,7 bis 0+625,0 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 24,17 \dots 44,86 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+625,0 bis 0+664,2 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 9,70 \text{ N/m}^2.$$

2.2.2 Graben 9

Abfluss bei $HQ_{10} = 59 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 35$ (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+6,7 bis 0+123,5	0,026	0,09	0,06	0,84	0,07	0,059	0,98	18,32
0+123,5 bis 0+698,7	0,040	0,08	0,05	0,80	0,06	0,059	1,13	25,45

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+6,7 bis 0+698,7 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 18,32 \dots 25,45 \text{ N/m}^2.$$

2.2.2 Graben 10

Abfluss bei $HQ_{10} = 97 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 1,0 \text{ m}$, Station 0+0,0 bis 0+306,5
 $B = 0,5 \text{ m}$, Station 0+306,5 bis 1+181,1

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 25$ (für Rasen), 35 (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l_u	R_{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	$bh+mh^2$ [m ²]	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$ [m]	A/l_u [m]	$Ak_{st}R_{hy}^{2/3}l^{1/2}$ [m ³ /s]	Q/A [m/s]	$\rho g R_{hy} l$ [N/m ²]
0+0,0 bis 0+188,3	0,010	0,14	0,17	1,50	0,11	0,097	0,58	10,94
0+225,0 bis 0+306,5	0,007	0,15	0,19	1,56	0,12	0,097	0,51	8,37
0+306,5 bis 0+475,8	0,045	0,11	0,07	0,89	0,08	0,097	1,38	35,22
0+506,0 bis 0+792,0	0,040	0,11	0,07	0,90	0,08	0,097	1,32	32,13
0+827,0 bis 1+181,1	0,040	0,13	0,09	0,98	0,09	0,097	1,04	37,27

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+0,0 bis 0+188,3 und 0+225,0 bis 0+306,5 Rasen, gut verwurzelt (lange Belastung),

$$\tau_{krit} = 15 \dots 18 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 8,37 \dots 10,94 \text{ N/m}^2.$$

Station 0+306,5 bis 0+475,8, 0+506,0 bis 0+792,0 und 0+827,0 bis 1+181,1 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 32,13 \dots 37,27 \text{ N/m}^2.$$

2.2.2 Graben 11

Abfluss bei $HQ_{10} = 47 \text{ l/s}$

Sohlbreite $b = 0,5 \text{ m}$,

Böschungsneigung $m = 1,5$,

Rauhigkeitsbeiwert $k_{st} = 35$ (für Steinpflasterung)

Station	Sohlgefälle	Fließtiefe	Fließquerschnitt	benetzter Umfang	hydraulischer Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Schleppspannung
	l	h	A	l _u	R _{hy}	Q	v	τ
[km+m]	[-]	[m]	bh+mh ² [m ²]	b+2h(1+m ²) ^{1/2} [m]	A/l _u [m]	Ak _{st} R _{hy} ^{2/3} l ^{1/2} [m ³ /s]	Q/A [m/s]	ρgR _{hy} l [N/m ²]
0+13,0 bis 0+458,1	0,040	0,07	0,04	0,76	0,06	0,047	1,05	22,88

Als Befestigungsart wird gewählt:

Station 0+13,0 bis 0+458,1 Raupflaster, Mindestschichtdicke 15 cm,

$$\tau_{krit} = 53 \dots 73 \text{ N/m}^2 > \tau_{ist} = 22,88 \text{ N/m}^2.$$

3 Hydraulische Berechnung der Durchlässe

3.1 Vorflutpunkt A

3.1.1 Durchlass im Graben 1

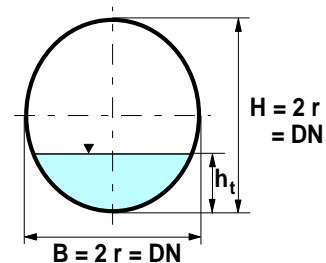
Der Durchlass im Graben 1 befindet sich am Ende des Grabens und verbindet den Vorflutpunkt B mit dem Graben 1. Über diesen Durchlass erfolgt bei Bedarf die Überleitung des Einzugsgebietes B zum Graben 1 und damit zum Vorflutpunkt A. Der Berechnung wird deshalb der Scheitelabfluss von 129 l/s zugrunde gelegt (siehe Pkt. 1.1).

Durchlass im Graben 1, Station 0+878,2 bis 0+919,1

Q _{max} =	0,129	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
I _s =	0,00500	-	Sohlgefälle
k _b =	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
d _{min} =	0,388	m	kleinstmöglicher Durchmesser
DN =	400	mm	Nennweite
A _v =	0,126	m ²	Querschnitt
Q _v =	0,157	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
v _v =	1,246	m/s	Fließgeschwindigkeit
v =	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
g =	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



 Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

Fließtiefe	Teilfüllungsverhältnis	Querschnitt (Teilfüllung)	Hyd. Radius (Teilfüllung)	Fließgeschw. (Teilfüllung)	Teilfüllungs-Abfluß	Froude-Zahl (absolut)	Energiehöhe	Teilfüllungsverhältnis	untersuchte Abflüsse
h _t	h _t /H	A _t	r _{hy,t}	v _t	Q _t	Fr	h _E	Q _t /Q _v	Q _t
[m]	-	[m ²]	[m]	[m/s]	[m ³ /s]	-	[m]	-	Text
0,278	0,695	0,093	0,118	1,384	0,129	0,88	0,376	0,824	Q _{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	1,357	0,167	0,52	0,474	1,068	Q _{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	1,326	0,166	0,42	0,480	1,057	Q _{voll}

3.1.2 Durchlässe im Graben 2

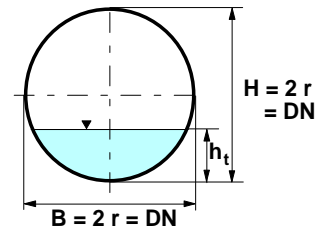
Durchlässe im Graben 2 befinden sich zwischen den Stationen 0+202,1 und 0+245,7 (Querung Deponieumfahrung), 0+417,6 und 0+437,1 (Querung Wirtschaftsweg 1) sowie 0+906,9 und 0+943,5 (Querung Wirtschaftsweg 2).

Durchlass im Graben 2, Station 0+202,1 bis 0+245,7

$Q_{max} =$	0,096	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,01500	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,283	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,272	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	2,166	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



Eingaben, veränderbare Zellen
Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

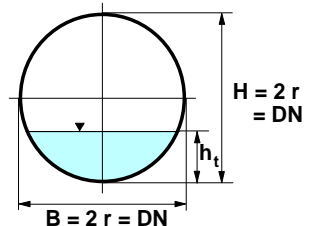
Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Querschnitt (Teilfüllung) A_t [m ²]	Hyd. Radius (Teilfüllung) $r_{hy,t}$ [m]	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t [m/s]	Teilfüllungs- Abfluß Q_t [m ³ /s]	Froude-Zahl (absolut) Fr	Energiehöhe h_E [m]	Teilfüllungs- verhältnis Q_t/Q_v	untersuchte Abflüsse Q_t Text
0,164	0,410	0,049	0,087	1,989	0,096	1,81	0,366	0,355	Q_{eff}
0,380	0,950	0,123	0,115	2,358	0,291	0,90	0,663	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	2,305	0,288	0,74	0,661	1,057	Q_{voll}

Durchlass im Graben 2, Station 0+417,6 bis 0+437,1

$Q_{max} =$	0,096	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,00700	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,326	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,186	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,476	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



Eingaben, veränderbare Zellen
Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

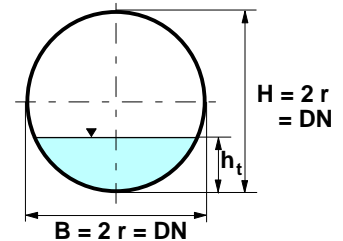
Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Querschnitt (Teilfüllung) A_t [m ²]	Hyd. Radius (Teilfüllung) $r_{hy,t}$ [m]	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t [m/s]	Teilfüllungs- Abfluß Q_t [m ³ /s]	Froude-Zahl (absolut) Fr	Energiehöhe h_E [m]	Teilfüllungs- verhältnis Q_t/Q_v	untersuchte Abflüsse Q_t Text
0,204	0,510	0,064	0,101	1,488	0,096	1,18	0,317	0,517	Q_{eff}
0,380	0,950	0,123	0,115	1,607	0,198	0,61	0,512	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	1,571	0,196	0,50	0,516	1,057	Q_{voll}

Durchlass im Graben 2, Station 0+906,9 bis 0+943,5

$Q_{max} =$	0,096	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,00800	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,318	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,198	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,579	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



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
0,196	0,490	0,061	0,099	1,566	0,096	1,28	0,321	0,483	Q_{crit}
0,390	0,975	0,125	0,111	1,681	0,210	0,54	0,534	1,057	Q_{max}
0,400	1,000	0,126	0,100	1,579	0,198	0,00	0,527	1,000	Q_{voll}

3.1.3 Durchlass im Graben 3

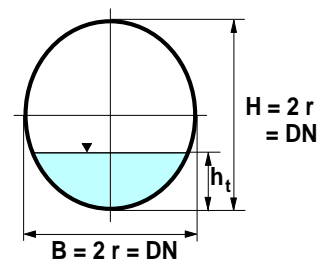
Der Durchlass im Graben 1 befindet sich am Beginn des Grabens, Station 0+0,0 bis 0+20,1 (Querung der Deponieumfahrung). Der Rohrauslauf bindet in den Graben 2 ein.

Durchlass im Graben 3, Station 0+0,0 bis 0+20,1

$Q_{max} =$	0,043	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,01000	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,226	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,222	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,767	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



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
0,118	0,295	0,031	0,067	1,381	0,043	1,51	0,215	0,193	Q_{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	1,923	0,237	0,73	0,569	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	1,880	0,235	0,60	0,570	1,057	Q_{voll}

3.2 Vorflutpunkt B

3.2.1 Durchlass im Graben 7

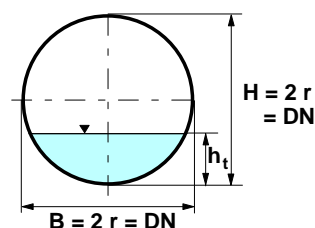
Der Durchlass im Graben 7 befindet sich am Beginn des Grabens, Station 0+0,0 bis 0+14,7 (Querung des Wirtschaftsweges 2). Der Rohrauslauf bindet in den Graben 10 ein, der an der Einleitstelle ebenfalls verrohrt ist.

Durchlass im Graben 7, Station 0+0,0 bis 0+14,7

$Q_{max} =$	0,053	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,01500	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,226	m	kleinstmöglicher Durchmesser
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,272	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	2,166	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



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
0,119	0,298	0,031	0,068	1,700	0,053	1,85	0,266	0,196	Q_{ert}
0,380	0,950	0,123	0,115	2,358	0,291	0,90	0,663	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	2,305	0,288	0,74	0,661	1,057	Q_{voll}

3.2.2 Durchlass im Graben 9

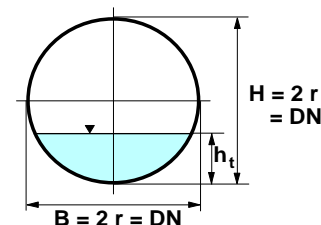
Der Durchlass im Graben 9 befindet sich am Beginn des Grabens, Station 0+0,0 bis 0+6,7. Der Rohrauslauf bindet in den Graben 10 ein, der an der Einleitstelle ebenfalls verrohrt ist.

Durchlass im Graben 9, Station 0+0,0 bis 0+6,7

$Q_{max} =$	0,059	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,02600	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,212	m	kleinstmöglicher Durchmesser
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,359	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	2,855	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



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
0,109	0,273	0,028	0,063	2,141	0,059	2,45	0,343	0,166	Q_{ert}
0,380	0,950	0,123	0,115	3,108	0,383	1,18	0,872	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	3,039	0,379	0,97	0,861	1,057	Q_{voll}

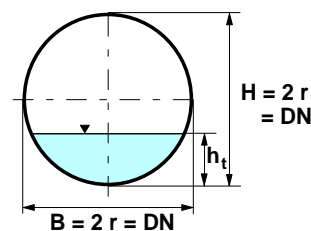
3.2.3 Durchlässe im Graben 10

Durchlässe im Graben 10 befinden sich zwischen den Stationen 0+188,3 und 0+225,0 (Querung Wirtschaftsweg 2), 0+475,8 und 0+506,0 (Querung Wirtschaftsweg 3) sowie 0+792,0 und 0+827,0 (Querung Wirtschaftsweg 4).

Durchlass im Graben 10, Station 0+188,3 bis 0+225,0

$Q_{max} =$	0,097	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,00700	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,327	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,186	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,476	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

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



Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

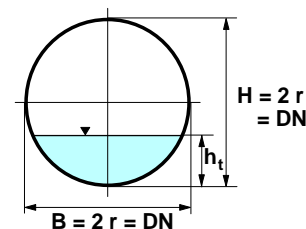
Berechnung der Teilfüllungsdaten:

Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h/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
0,205	0,513	0,065	0,102	1,491	0,097	1,18	0,318	0,521	Q_{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	1,607	0,198	0,61	0,512	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	1,571	0,196	0,50	0,516	1,057	Q_{voll}

Durchlass im Graben 10, Station 0+475,8 bis 0+506,0

$Q_{max} =$	0,097	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,04000	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,236	m	kleinstmöglicher Durchmesser bei:
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,445	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	3,543	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

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



Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

Berechnung der Teilfüllungsdaten:

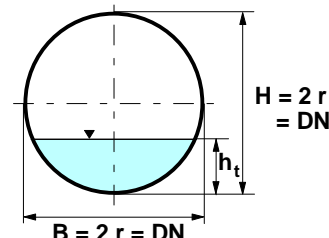
Fließtiefe h_t [m]	Teilfüllungs- verhältnis h/H -	Querschnitt (Teilfüllung) A_t [m ²]	Hyd. Radius (Teilfüllung) $r_{hy,t}$ [m]	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t [m/s]	Teilfüllungs- Abfluß Q_t [m ³ /s]	Froude-Zahl (absolut) Fr -	Energiehöhe h_E [m]	Teilfüllungs- verhältnis Q_t/Q_v -	untersuchte Abflüsse Q_t Text
0,126	0,315	0,034	0,071	2,865	0,097	3,03	0,544	0,218	Q_{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	3,858	0,476	1,46	1,139	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	3,772	0,471	1,20	1,115	1,057	Q_{voll}

Durchlass im Graben 10, Station 0+792,0 bis 0+827,0

$Q_{max} =$	0,096	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,04000	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,235	m	kleinstmöglicher Durchmesser
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,445	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	3,543	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



 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
0,126	0,315	0,034	0,071	2,865	0,097	3,03	0,544	0,218	Q_{crit}
0,390	0,975	0,125	0,111	3,772	0,471	1,20	1,115	1,057	Q_{max}
0,400	1,000	0,126	0,100	3,543	0,445	0,00	1,040	1,000	Q_{voll}

3.2.4 Durchlass im Graben 11

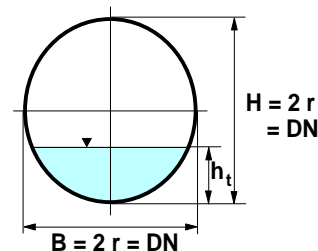
Der Durchlass im Graben 11 befindet sich am Beginn des Grabens, Station 0+0,0 bis 0+13,0 (Querung des Wirtschaftsweges 2). Der Rohrauslauf bindet in den Graben 10 ein, der an der Einleitstelle ebenfalls verrohrt ist.

Durchlass im Graben 11, Station 0+0,0 bis 0+13,0

$Q_{max} =$	0,047	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,04000	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,180	m	kleinstmöglicher Durchmesser
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,445	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	3,543	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



 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
0,087	0,218	0,020	0,052	2,353	0,047	3,04	0,369	0,107	Q_{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	3,858	0,476	1,46	1,139	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	3,772	0,471	1,20	1,115	1,057	Q_{voll}

3.2.5 Durchlass zur Kaskade am Vorflutpunkt B

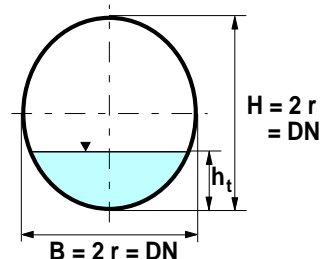
Am Zusammenfluss der Gräben 5 und 10 beginnt der Durchlass und mündet in die Kaskade zum Vorflutpunkt B aus.



Durchlass zur Kaskade am Vorflutpunkt B

$Q_{max} =$	0,129	m ³ /s	Maximal abzuleitender Abfluß
$I_s =$	0,02000	-	Sohlgefälle
$k_b =$	1,00	mm	Betriebliche Rauheit
$d_{min} =$	0,299	m	kleinstmöglicher Durchmesser
$DN =$	400	mm	Nennweite
$A_v =$	0,126	m ²	Querschnitt
$Q_v =$	0,314	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	2,502	m/s	Fließgeschwindigkeit
$\nu =$	1,31	10 ⁻⁶ m ² /s	kinematische Zähigkeit
$g =$	9,81	m/s ²	Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

$$\frac{Q_t}{Q_v} \leq \mathbf{0,90}$$



 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
0,178	0,445	0,054	0,093	2,384	0,129	2,06	0,468	0,410	Q_{crit}
0,380	0,950	0,123	0,115	2,725	0,336	1,03	0,758	1,068	Q_{max}
0,390	0,975	0,125	0,111	2,664	0,333	0,85	0,752	1,057	Q_{voll}