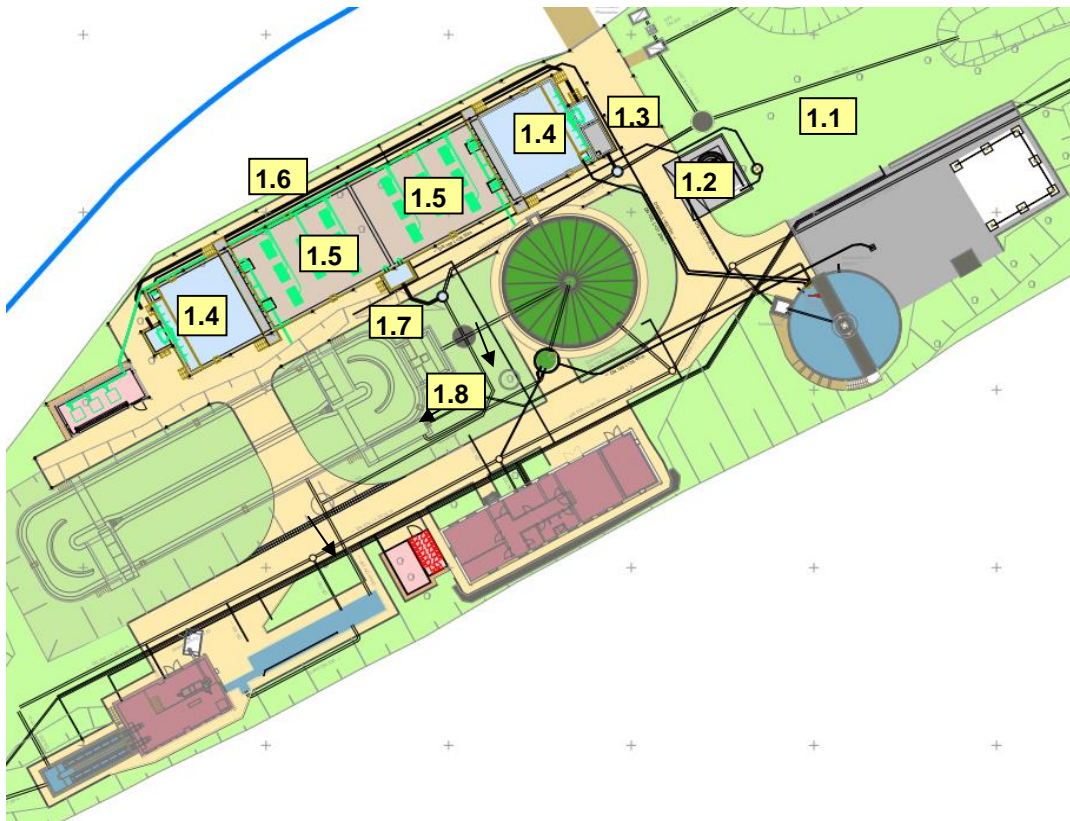


Übersichtsskizze



EW	$Q_{S,aM}$	$Q_{F,aM}$	$Q_{T,d,aM}$	$Q_{T,h,max}$	$Q_{T,h,max}$	Q_M	Q_M
	[l/s]	[l/s]	[m ³ /d]	[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]
4.230	4,25	4,25	735	61,2	17	107,1	29,75

Maßgebliche Wassermengen

$Q_{T,d,aM}$	$Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$	8,5	l/s =	30,60	m ³ /h =	740,00	m ³ /d
$Q_{T,h,max}$	$Q_{S,max} + Q_f$	17	l/s =	61,20	m ³ /h		
$Q_{M3,0}$	$3 Q_{S,max} + Q_f$	29,75	l/s =	107,10	m ³ /h		

Externwässer (Reinigung, Regenwasser etc.) werden zum Pumpwerk zurück geleitet und erhöhen die Zulaufmenge nicht.

Abfluss in Rohrleitungen

Reibungsverluste

$$h_{VR} = \lambda \cdot L / D \cdot v^2 / 2g \text{ [m]}$$

mit $\lambda =$ Widerstandsbeiwert
 $= [-2 \cdot \lg(2,7 \cdot \lg(\text{Re}^{1,2}) / (\text{Re} + k_b / D / 3,71))]^2 \text{ [-]}$

Re = Reynoldszahl
 $= (v \cdot d) / \nu \text{ [-]}$

$k_b =$ Rohrrauigkeitsbeiwert
 $= 0,1$ für Stahl- bzw PEHD - Leitungen

$\nu =$ kinematische Viskosität
 $= 1,31 \text{E-}06 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

v = Fließgeschwindigkeit [m/s]

D = Rohrleitungsdurchmesser [m]

L = Rohrlänge [m]

g = Gravitationskonstante
 $= 9,81 \text{ m/s}^2$

örtliche Verluste

$$h_{v\ddot{O}} = \Sigma \zeta \cdot v^2 / 2g \text{ [m]}$$

mit $\Sigma \zeta =$ Summe der Einzelverluste

Einlauf	0,50 bis 1,1	Schieber	0,20
Auslauf	1,00	Rückschlagklappe	1,10
Vereinigung 45°	0,50	Ausbaustück	0,20
90°-Bogen	0,40	Reduzierung	0,10
45°-Bogen	0,15		

Abfluss in Gerinnen

Durchfluss

$$Q = A \cdot k_{ST} \cdot I^{1/2} \cdot R^{2/3} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

mit A = Durchflossene Querschnittsfläche [m²]

$k_{ST} =$ Geschwindigkeitsbeiwert [m^{1/3}/s]

I = Gefälle [‰]

R = hydraulischer Radius [m]

Arbeitsgleichung für Oberwassertiefe h_1

$$h_1 = L \cdot (J_2 - J_S) + h_2 \text{ [m]}$$

mit L = Gerinnelänge [m]

$J_S =$ Sohlgefälle [‰]

$h_2 =$ Unterwassertiefe [m]

$J_2 =$ Energieliniengefälle im Punkt 2
 $= Q^2 / (k_{ST}^2 \cdot R^{4/3} \cdot A^2)$

Überfall, Absturz

Vollkommener Überfall

$$Q = 2/3 * \mu * b * (2 * g)^{1/2} * h_u^{3/2} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$h = ((3/2 * Q / (\mu * b * (2 * g)^{1/2}))^2)^{1/3}$$

mit

- $\mu = 0,74$ bei rundkronigem Überfall [- [-]
- 0,64 bei scharfkantigem (belüftetem) Überfall [-]
- 0,55 bei breitkronigem Überfall [-]
- $b =$ Überfallbreite [m]
- $g =$ Gravitationskonstante
- = 9,81 m/s²
- $h_u =$ Überfallhöhe [m]

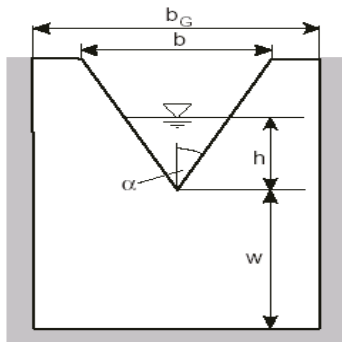
Unvollkommener Überfall

$$Q = 2/3 * c * \mu * b * (2 * g)^{1/2} * h_u^{3/2} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

mit

- $c =$ Abminderungsfaktor, abhängig von Wehrform und h_u/h_0
- $\mu = 0,74$ bei rundkronigem Überfall [-]
- 0,64 bei scharfkantigem (belüftetem) Überfall [-]
- 0,55 bei breitkronigem Überfall [-]
- $b =$ Überfallbreite [m]
- $g =$ Gravitationskonstante
- = 9,81 m/s²
- $h_u =$ Überfallhöhe [m]

Dreieckswehr (Thomson-Wehr)



Allgemeine Überfallformel:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \tan \alpha \sqrt{2 g} h^{5/2} ,$$

Formel bei $a = 45^\circ$:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2 g} h^{5/2} = 2362 \mu h^{5/2} .$$

Der Überfallbeiwert sinkt mit steigender Überfallhöhe; Rössert gibt folgende Werte für $a = p/4$ an:

h_0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
μ	0.597	0.590	0.586	0.584	0.582

Hydraulische Berechnung	DIM	Abwasserweg		
Vorflut {1.1}				
Max. Wasserspiegel Vorflut (HQ100)	m NN			156,20
Norm. Wasserspiegel Schönungsteich (MNQ)	m NN	ca.		156,50
Sohle am Auslauf (Eisbach)	m NN			155,00
Haltung bis Schacht 'C' bleibt im Bestand erhalten {1.1}				
DN 250				
Sohle am Auslauf Schönungsteich	m NN			156,27
Sohle am Schacht C:	m NN			156,41
D = 250 mm				
L = 29,1 m				
k _b = 0,5 mm				
k _p /D = 2,00E-03 [-]				
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW	QRW
Reibungsverluste		8,5	17	29,75
v =	m/s	0,17	0,35	0,61
Re =	[-]	33.046	66.092	115.661
λ =	[-]	0,0276	0,0258	0,0249
h _{vR} =	m	0,005	0,018	0,0543
örtliche Verluste durch	ζ			
Auslauf	1,00			
Einlauf	0,50			
Σζ _ö =	1,50			
Σ h _v Ablaufleitung 1 =	m	0,002	0,009	0,028
Schachthöhe	m NN	0,007	0,028	0,082
Teilfüllung gemäß Anlage 1	m	0,071	0,102	0,143
Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung gemäß Anlage 1	m/s	0,754	0,902	1,035
WS im Schacht:	m NN	156,48	156,51	156,55
Schönungsteich ist Hochwasserfrei, da Überlauf bei 156,50 mNN				
Ablaufleitung von Schacht C bis Schacht S2 {1.2}				
DN 250				
Sohle am Schacht C:	m NN			156,52
Sohle am Schacht S2	m NN			156,60
D = 250 mm				
L = 9,06 m				
k _b = 0,5 mm				
k _p /D = 2,00E-03 [-]				
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW	QRW
Reibungsverluste		8,5	17	29,75
v =	m/s	0,17	0,35	0,61
Re =	[-]	33.046	66.092	115.661
λ =	[-]	0,0276	0,0258	0,0249
h _{vR} =	m	0,002	0,006	0,017
örtliche Verluste durch	ζ			
Auslauf	1,00			
Einlauf	0,50			
Σζ _ö =	1,50			
Σ h _v Ablaufleitung 2 =	m	0,002	0,009	0,028
Schachthöhe	m NN	0,004	0,015	0,045
Teilfüllung gemäß Anlage 2	m	0,060	0,087	0,118
Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung gemäß Anlage 2	m/s	0,94	1,14	1,31
WS im Schacht :	m NN	156,66	156,69	156,72
bei Hochwasser vollgefüllt mit örtlichen Verlusten				

KA Eistal-West

Ablaufleitung von S2 bis Ablauf BIOCOS {1.3}			
Edelstahl Da 219,1 s=3 mm			
Rohrsohle im IDM-Schacht:	m NN		156,60
Auslauf aus dem IDM-Rohr:	m NN	(OK 90°-Bogen)	157,01
D = 213,1 mm			
L = 6,3 m			
k _b = 0,5 mm			
k _v /D = 2,35E-03 [-]			
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW
Reibungsverluste		8,5	17
			29,75
v =	m/s	0,24	0,48
Re =	[-]	38.768	77.536
λ =	[-]	0,0279	0,0264
h _{VR} =	m	0,002	0,009
			0,027
örtliche Verluste durch	ζ		
Auslauf	1,00		
Einlauf	0,50		
MID	0,05		
1 x Schieber	0,20		
Ausbaustück	0,20		
1 x 90°-Bogen	0,40		
Σζ _δ =	2,35	0,007	0,027
Σ h _v Ablaufleitung 4 =	m	0,01	0,04
			0,11
Wasserspiegel Ablaufschacht	m NN	157,02	157,05
Wehrkante Überfall Becken	m NN	158,24	158,24
			157,12
			158,24
Klarwasserabzug {1.4}			
Überfallhöhe, Herstellerangabe	m		0,03
Verluste in der Ablaufkonstruktion	m		0,03
Wasserspiegel SU-Becken	m NN	158,23	158,30
			158,36
Belebungsbecken {1.5}			
Wasserspiegel Belebungsbecken =	m NN	158,24	158,30
			158,31
Ablaufleitung SU1 zu SU2 {1.6}			
DN 250			
Sohle am Ablauf SU2	m NN		156,45
Sohle am Ablauf SU1	m NN		156,67
D = 250 mm			
L = 61,8 m			
k _b = 0,5 mm			
k _v /D = 2,00E-03 [-]			
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW
Reibungsverluste		8,5	17
			29,75
v _v =	m/s	0,17	0,35
Re =	[-]	33.046	66.092
λ =	[-]	0,0276	0,0258
h _{VR} =	m	0,010	0,039
			0,115
örtliche Verluste durch:	ζ		
Auslauf	1,00		
Einlauf	0,50		
4x 45°-Bogen	0,60		
Σζ _δ =	2,10	0,003	0,013
			0,039
Σ h _v =	m	0,014	0,052
			0,155
Wasserspiegel im Ablaufschacht SU1	m NN	157,03	157,10
			157,27

KA Eistal-West

Zulaufleitung zum BB bis S1 {1.7}			
DN 250			
Sohle am Zulauf Belebung:	m NN		156,36
Sohle Schacht S1	m NN		156,41
D = 250 mm			
L = 5,15 m		I = 10,00 ‰	
k _b = 0,5 mm			
k _v /D = 2,00E-03 [-]			
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW
Reibungsverluste		8,5	17
			QRW
			29,75
v _v = m/s		0,17	0,35
Re = [-]		33.046	66.092
λ = [-]		0,0276	0,0258
h _{VR} = m		0,001	0,003
			0,010
örtliche Verluste durch: ζ			
Auslauf 1,00			
Einlauf 0,50			
2x 45°-Bogen 0,30			
Σζ _ö = 1,80		0,003	0,011
			0,034
Σ h _v = m		0,004	0,014
			0,043
Wasserspiegel im Schacht S1	m NN	158,24	158,32
GOK	m NN		158,35
			157,80
Zulaufleitung BB von S1 zum Sandfang {1.8}			
DN 250, Dükerleitung			
Sohle Schacht S1	m NN		156,42
Sohle am Ablauf Sandfang:	m NN		157,89
D = 250 mm			
L = 46,98 m		I = 31,29 ‰	
k _b = 0,5 mm			
k _v /D = 2,00E-03 [-]			
Durchfluss	l/s	Qmin	QTW
Reibungsverluste		8,5	17
			QRW
			29,75
v _v = m/s		0,17	0,35
Re = [-]		33.046	66.092
λ = [-]		0,0276	0,0258
h _{VR} = m		0,008	0,030
			0,088
örtliche Verluste durch: ζ			
Auslauf 1,00			
Einlauf 0,50			
3 x Schieber 0,60			
4 x 45° Bogen 0,60			
1 x 90°-Bogen 0,40			
Σζ _ö = 3,10		0,005	0,019
			0,058
Σ h _v = m		0,013	0,049
			0,146
	m		
	m		
Wasserspiegel im Ablauf Sandfang:	m NN	158,25	158,36
Bemessungswasserspiegel Bestand	m NN		158,50
Schwelle Sandfang	m NN		158,65

KA Eistal-West

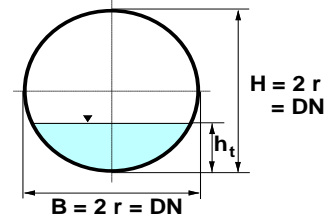
Projekt: **KA Eistal - West**

$Q_{max} = 0,0298$ m³/s
 $I_s = 0,00481$ -
 $k_b = 0,50$ mm
 $d_{min} = 0,216$ m
 $DN = 250$ mm
 $A_v = 0,049$ m²
 $Q_v = 0,048$ m³/s
 $v_v = 0,984$ m/s
 $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6}$ m²/s
 $g = 9,81$ m/s²

Maximal abzuleitender Abfluß
 Sohlgefälle
 Betriebliche Rauheit = 0,5 Transportkanäle mit Schächten (gem. A 2)
 kleinstmöglicher Durchmesser
 Nennweite
 Querschnitt
 Vollfüllungsabfluß
 Fließgeschwindigkeit
 kinematische Zähigkeit
 Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



 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
0,071	0,284	0,011	0,041	0,754	0,0087	1,07	0,100	0,179	$Q_{min=}$
0,102	0,408	0,019	0,054	0,902	0,0170	1,04	0,143	0,351	$Q_T=$
0,143	0,572	0,029	0,068	1,035	0,0300	0,96	0,198	0,622	$Q_{RW=}$

Mindestgefälle nach Macke zur Vermeidung von Ablagerungen

Transportkonzentration c_T : **0,05** [‰]
 (Übliche Werte: Schmutzwasser $c_T = 0,03$ Regen- / Mischwasser $c_T = 0,05$)
 Kontrolle des gewählten Sohlgefälles I_s : **0,0048** [-]
 für das gewählte Teilfüllungsverhältnis $h_t/H = 0,075$ [-]
 Auftretende Wandschubspannung $\tau_{vorh} = 0,57$ [N/m²]

Kritisches Gefälle $max I_{krit}$ -	$I_{krit,1}$ über Transportkonzentration					$I_{krit,2}$ über Mindestwandschubspannung			
	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Krit. Gefälle (1) $I_{krit,1}$	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t m/s	Kritische Fließgeschw. v_{krit} m/s	Wandschub- spannung τ_{krit} N/m ²	Wandschub- spannung τ_{min} N/m ²	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H	Hydraul. Radius r_{hy} m	Krit. Gefälle (2) $I_{krit,2}$
0,00845	0,075	0,00200	0,225	0,115	0,24	1,00	0,075	0,012	0,00845

Berechnung:

- Mit v_{krit} als Zielzelle und $I_{krit,1}$ als veränderbare Zelle sowie der Nebenbedingung $v_{krit} = v_t$ ergibt sich das kritische Sohlgefälle nach Macke.
- Unter Eingabe der Mindestwandschubspannung $\tau_{min} \geq 1$ N/m² ergibt sich $I_{krit,2}$.
- Angabe des maßgebenden kritischen Sohlgefälles **$max I_{krit}$ (A110) zuvor 0,002002**

KA Eistal-West

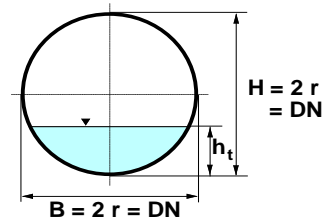
Projekt: KA Eistal - West

$Q_{max} = 0,0298$ m³/s
 $I_s = 0,00883$ -
 $k_b = 0,50$ mm
 $d_{min} = 0,193$ m
 $DN = 250$ mm
 $A_v = 0,049$ m²
 $Q_v = 0,066$ m³/s
 $v_v = 1,340$ m/s
 $v = 1,31 \cdot 10^{-0}$ m²/s
 $g = 9,81$ m/s²

Maximal abzuleitender Abfluß
 Sohlgefälle
 Betriebliche Rauheit = 0,5 Transportkanäle mit Schächten (gem. A 2)
 kleinstmöglicher Durchmesser bei:
 Nennweite
 Querschnitt
 Vollfüllungsabfluß
 Fließgeschwindigkeit
 kinematische Zähigkeit
 Fallbeschleunigung

angestrebtes
Abflußverhältnis:

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



 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
0,060	0,240	0,009	0,035	0,939	0,0085	1,46	0,105	0,129	$Q_{min=}$
0,087	0,348	0,015	0,048	1,139	0,0173	1,44	0,153	0,263	$Q_{T=}$
0,118	0,472	0,023	0,060	1,309	0,0298	1,38	0,205	0,454	$Q_{RW=}$

Mindestgefälle nach Macke zur Vermeidung von Ablagerungen

Transportkonzentration c_T : 0,05 [‰]
 (Übliche Werte: Schmutzwasser $c_T = 0,03$ Regen- / Mischwasser $c_T = 0,05$)
 Kontrolle des gewählten Sohlgefälles I_s : 0,0088 [-]
 für das gewählte Teilfüllungsverhältnis $h_t/H = 0,075$ [-]
 Auftretende Wandschubspannung $\tau_{vorh} = 1,04$ [N/m²]

Kritisches Gefälle $max I_{krit}$ -	$I_{krit,1}$ über Transportkonzentration					$I_{krit,2}$ über Mindestwandschubspannung			
	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H -	Krit. Gefälle (1) $I_{krit,1}$ -	Fließgeschw. (Teilfüllung) v_t m/s	Kritische Fließgeschw. v_{krit} m/s	Wandschub- spannung τ_{krit} N/m ²	Wandschub- spannung τ_{min} N/m ²	Teilfüllungs- verhältnis h_t/H -	Hydraul. Radius r_{hy} m	Krit. Gefälle (2) $I_{krit,2}$ -
0,00845	0,075	0,00200	0,225	0,115	0,24	1,00	0,075	0,012	0,00845

Berechnung:

- Mit v_{krit} als Zielzelle und $I_{krit,1}$ als veränderbare Zelle sowie der Nebenbedingung $v_{krit} = v_t$ ergibt sich das kritische Sohlgefälle nach Macke.
- Unter Eingabe der Mindestwandschubspannung $\tau_{min} \geq 1$ N/m² ergibt sich $I_{krit,2}$.
- Angabe des maßgebenden kritischen Sohlgefälles $max I_{krit,1}$ (A110) zuvor 0,002002

Hydraulische Berechnung	DIM	Schlammweg
Druckleitung von US-Pumpen bis Schlammstapelbehälter		
DA 88,9 Edelstahl		
Hochpunkt am Schlammstapel:	m NN	161,56
WS im SU-Becken:	m NN	158,24
D = 82,9 mm		
L = 95,9 m		
k _b = 0,5 mm		
k _b /D = 6,03E-03 [-]		
Durchfluss	l/s	Q _{Pumpe} 7,50
Reibungsverluste		(Laufzeit: 1,63 h)
v =	m/s	1,39
Re =	[-]	87.932
λ =	[-]	0,0179
h _{VR} =	m	2,035
örtliche Verluste durch	ζ	
Kupplungsfuß	0,75	
3x90° Bogen	1,20	
IDM	0,00	
Σζ _ö =	1,95	
h _{vö} =	m	0,192
Σ h _v Druckleitung =	m	2,23
max. geodätische Förderhöhe:	m	3,32
max. man.Förderhöhe:	m	5,55