

HYDRAULISCHE NACHWEISE

INHALTSVERZEICHNIS

1	Rahmenbedingungen	2
1.1	Retentionsbodenfilteranlage:	2
1.2	Regenspenden:	2
2	Retentionsbodenfilter	3
2.1	Abschnitt Bau-km 432+720 - 433+380	3
2.1.1	Flächen- und Abflussermittlung nach DWA A 138	3
2.1.2	Bewertung nach M153	3
2.1.3	Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBF nach DWA A 178 (vereinfachtes Verfahren):	4
3	Rohrhydraulik	5
3.1.1	Nachweis Entwässerungskanal	5
3.1.2	Nachweis Umlaufkanal (Bypass)	5
3.1.3	Bemessung Schwelle Bypass-Schacht	6
3.1.4	Überfallhöhe Geschiebeschacht	7
3.1.5	Überfallhöhe Drosselbauwerk	8
3.1.6	Bemessung Lochblende	9
3.1.7	Überfallhöhe Dammscharte	11

1 Rahmenbedingungen

1.1 Retentionsbodenfilteranlage:

- Gewässerpunkte 24 (G3)
- Belastungspunkte Fahrbahn: L1, F6 nach M153
- Belastungspunkte Hangböschung: L1, F4 nach M153
- Abflussermittlung nach DWA A 138 anhand von Abflussbeiwerten
- Bemessung RBF nach DWA A 178 (vereinfachtes Verfahren)
- Bemessung Retentionsraum nach DWA A 117
- Jährlichkeit $n = 1$

1.2 Regenspenden:

- Regenspende $n = 1$ (nach REwS) $\rightarrow r_{15;1} = 122,2 \text{ l/(s*ha)}$
- Regenspende $n = 0,33$ (nach REwS) $\rightarrow r_{15;0,33} = 165,6 \text{ l/(s*ha)}$
- Regenspende $n = 0,2$ (nach DWA A 138) $\rightarrow r_{10;0,2} = 241,7 \text{ l/(s*ha)}$
- Regenspende $n = 0,03$ (30-jährlich) $\rightarrow r_{10;0,03} = 351,7 \text{ l/(s*ha)}$

2 Retentionsbodenfilter

2.1 Abschnitt Bau-km 432+720 - 433+380

2.1.1 Flächen- und Abflussermittlung nach DWA A 138

Teilfläche	Art der Befestigung	Einzugsfläche AE	Abflussbeiwert ψ_s	Regenspende $r_{15,1}$	spezifische Versickerungsrate q_s	Abfluss Q	undurchlässige Fläche A_u nach DWA A 138
		[ha]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[ha]
Fahrbahn	Asphalt	1,260	1	122,2	-	153,97	1,260
Hangböschung	bewachsen	0,250	0,3	122,2	-	9,17	0,075
Summe						163,14	1,3350

2.1.2 Bewertung nach M153

M153 - Programm des Bayerischen Landesamtes für Umwelt						Version 01/2010	
WipflerPLAN und WipflerPLAN-Köpf: Pfaffenhofen Planegg Nördlingen Halblech							
Qualitative Gewässerbelastung							
Projekt : Entwässerungsanierung Kindinger Hangbrücke						Datum : 11.04.2023	
Gewässer (Anhang A, Tabelle A.1a und A.1b)						Typ	Gewässerpunkte G
Altmühl						G 3	G = 24
Flächenanteile f_i (Kap. 4)			Luft L_i (Tab. A.2)		Flächen F_i (Tab. A.3)		Abflussbelastung B_i
Flächen	A_u in ha	f_i n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i+F_i)$
Hauptverkehrsstraße	1,26	0,944	L 1	1	F 6	35	33,98
Böschung	0,075	0,056	L 1	1	F 4	19	1,12
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
	$\Sigma = 1,335$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung B = Summe (B_i) :				B = 35,1
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$						$D_{max} = 0,68$	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen: A.4a, A.4b und A.4c)						Typ	Durchgangswerte D_i
Retentionsbodenfilteranlage						D 11	0,15
						D	
						D	
Durchgangswert D = Produkt aller D_i (siehe Kap 6.2.2):						D = 0,15	
Emissionswert $E = B \cdot D$						E = 5,3	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 5,3 < G = 24$							

2.1.3 Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBF nach DWA A 178 (vereinfachtes Verfahren):

Retentionsbodenfilter:			
Filterfläche AF	133,50	m ²	spezifische Bodenfilteroberfläche AF = 100 m ² /ha angeschlossener befestigte Fläche
Einstauhöhe hRR	1,40	m	nutzbare Einstauhöhe im Retentionsraum 2,0 m ≥ hRR ≥ 0,5 m nach DWA A 178
Volumen Retentionsraum VR	186,90	m ³	
Erf. Retentionsvolumen nach DWA A 117	257,00	m ³	Bemessung nach DWA A 117 für n= 1 nicht erforderlich aufgrund vorgesch. best. RRB
Dicke Filterschicht hFK	0,50	m	mind. 0,5 m nach DWA A 178 für Straßenentwässerung
Volumen Porenraum VP	10,01	m ³	15 % pauschal des Filterkörpers nach DWA A 178
Gesamtvolumen VRBF	267,01	m ³	
Drosselabflussspende RBF qDr,RBF	0,05	l/(s·m ²)	nach DWA A 178
Drosselabfluss RBF QDr,RBF	6,68	l/s	

A117 - Programm des Bayerischen Landesamtes für Umwelt

Version 01/2018

WipflerPLAN: Pfaffenhofen München Donauries Allgäu

Projekt : Entwässerungssanierung Kindinger Hangbrücke
Becken : Abschnitt Bau-km 432+720 - 433+380

Datum : 21.06.2023

Bemessungsgrundlagen

undurchlässige Fläche A_U : 1,34 ha Trockenwetterabfluß $Q_{T,d,aM}$: .. l/s
(keine Flächenermittlung) Drosselabfluss Q_{Dr} : 6 l/s
Fließzeit t_f : 5 min Zuschlagsfaktor f_Z : 1,2 -
Überschreitungshäufigkeit n : 1 1/a

RRR erhält Drosselabfluss aus vorgelagerten Entlastungsanlagen (RRR, RÜB oder RÜ)

Summe der Drosselabflüsse $Q_{Dr,V}$: l/s

RRR erhält Entlastungsabfluss aus RÜB oder RÜ (RRR ohne eigenes Einzugsgebiet)

Drosselabfluss $Q_{Dr,RÜB}$: l/s Volumen $V_{RÜB}$: m³

Starkregen

Starkregen nach : Gauß-Krüger Koord. Datei : KOSTRA-DWD-2010R
Gauß-Krüger Koord. Rechtswert : ... 4456644 m Hochwert : 5426390 m
Geogr. Koord. östliche Länge : .. ° ' " nördliche Breite : .. ° ' "
Rasterfeldnr. KOSTRA Atlas horizontal 47 vertikal 82 Räumlich interpoliert ? ja
Rasterfeldmittelpunkt liegt : 1,724 km westlich 3,154 km südlich

Berechnungsergebnisse

maßgebende Dauerstufe D : 195 min Entleerungsdauer t_E : 11,9 h
Regenspende $r_{D,n}$: 18,2 l/(s·ha) Spezifisches Volumen V_S : ... 192,1 m³/ha
Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u}$: 4,48 l/(s·ha) erf. Gesamtvolumen V_{ges} : .. 257 m³
Abminderungsfaktor f_A : 0,999 - erf. Rückhaltevolumen V_{RRR} : 257 m³

Warnungen

- keine vorhanden -

3 Rohrhydraulik

3.1.1 Nachweis Entwässerungskanal

Die Bemessung des neuen Entwässerungskanals DA 315 HDPE bis DN 400 SB im Anschluss der Falleitung anstelle der alten Raubettmulde erfolgt gemäß REwS 2021 für einen 3 jährlichen Regen mit einer Regendauer von $D = 15$ min.

Aus der angeschlossenen Fahrbahnfläche ergibt sich eine Regenwassermenge von:

$$Q = A_u \cdot r_{15; n=0,33} = 1,34 \text{ ha} \cdot 165,6 \text{ l/s*ha} = \mathbf{221,90 \text{ l/s}}$$

Die Vollfüllungsleistung des Kanals DA 315 (Di 279,2; SDR 17,6) mit Mindestgefälle

$J = 10 \text{ ‰}$ und betriebliche Rauheit $k_b = 0,75 \text{ mm}$ beträgt

$$Q_{\text{voll}} = \mathbf{283,2 \text{ l/s} > 221,90 \text{ l/s Nachweis erfüllt}}$$

$$v = 4,63 \text{ m/s}$$

Hydraulische Auslastung des Kanals $78,3\% < 90\%$

Die Vollfüllungsleistung des Kanals DN 400 mit Mindestgefälle $J = 1,5 \text{ ‰}$ und betriebliche Rauheit $k_b = 0,75 \text{ mm}$ beträgt

$$Q_{\text{voll}} = \mathbf{282,5 \text{ l/s} > 221,90 \text{ l/s Nachweis erfüllt}}$$

$$v = 2,25 \text{ m/s}$$

Hydraulische Auslastung des Kanals $78,5\% < 90\%$

3.1.2 Nachweis Umlaufkanal (Bypass)

Die Bemessung des neuen Umlaufkanals DN 500 SB im Anschluss des Bypass-Schachtes erfolgt gemäß REwS 2021 für einen 3 jährlichen Regen mit einer Regendauer von $D = 15$ min.

Aus der angeschlossenen Fahrbahnfläche ergibt sich eine Regenwassermenge von:

$$Q = A_u \cdot r_{15; n=0,33} = 1,34 \text{ ha} \cdot 165,6 \text{ l/s*ha} = \mathbf{221,90 \text{ l/s}}$$

Die Vollfüllungsleistung des Kanals DN 400 mit Mindestgefälle $J = 1,5 \text{ ‰}$ und betriebliche Rauheit $k_b = 0,75 \text{ mm}$ beträgt

$$Q_{\text{voll}} = \mathbf{282,5 \text{ l/s} > 221,90 \text{ l/s Nachweis erfüllt}}$$

$$v = 2,25 \text{ m/s}$$

Hydraulische Auslastung des Kanals 78,5% < **90%**

Die Vollfüllungsleistung des Kanals DN 500 mit Mindestgefälle $J = 0,5 \%$ und betriebliche Rauheit $k_b = 0,75 \text{ mm}$ beträgt

$$Q_{\text{voll}} = \mathbf{292,4 \text{ l/s}} > \mathbf{221,90 \text{ l/s}} \text{ Nachweis erfüllt}$$

$$v = 1,49 \text{ m/s}$$

Hydraulische Auslastung des Kanals 75,9% < **90%**

3.1.3 Bemessung Schwelle Bypass-Schacht

Die Bemessung der Schwellenhöhe des Bypass-Schachtes erfolgt über die Ermittlung von Teilfüllungswerten von Kreisquerschnitten nach Arbeitsblatt DWA A 110.

Die Vollfüllungsleistung des Kanals DN 400 mit $J = 2,5 \%$ und $k_b = 0,75 \text{ mm}$ beträgt

$$Q_{\text{voll}} = 365,2 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,365 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$v = 2,37 \text{ m/s}$$

Aus der angeschlossenen Fahrbahnfläche ergibt sich für das 1-jährliche-Regenereignis mit einer Regendauer von $D = 15 \text{ min}$ eine Regenwassermenge von:

$$Q = A_u \cdot r_{15; n=1} = 1,34 \text{ ha} \cdot 122,2 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 163,75 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,164 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Die Schwellenhöhe beträgt $h = 0,19 \text{ m}$

Entwässerungssanierung Kindinger Hangbrücke

Berechnung Schwellenhöhe $n = 1$ für Bypass

Teilfüllungswerte von Kreisquerschnitten

EINGABE

Rohrdurchmesser	d	=	0,400	m	
Abfluss bei Vollfüllung	Q_V	=	0,365	m³/s	i
Abfluss bei Teilfüllung	Q_T	=	0,164	m³/s	

ERGEBNIS

Fließtiefe bei Teilfüllung	h	=	0,188	m
Wasserspiegelbreite bei Teilfüllung	$b_{w,T}$	=	0,399	m
Fläche bei Vollfüllung	A_V	=	0,126	m²
Fläche bei Teilfüllung	A_T	=	0,058	m²
Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung	v_V	=	2,905	m/s
Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung	v_T	=	2,831	m/s
Benetzter Umfang bei Vollfüllung	$l_{U,V}$	=	1,257	m
Benetzter Umfang bei Teilfüllung	$l_{U,T}$	=	0,604	m
Hydraulischer Radius bei Vollfüllung	$r_{hy,V}$	=	0,100	m
Hydraulischer Radius bei Teilfüllung	$r_{hy,T}$	=	0,096	m

21.06.2023

WipflerPLAN Köpf
Planungsgesellschaft mbH
Standort München West
Fraunhoferstraße 22, 82152 Planegg

 **bauformeln.de**
www.bauformeln.de/index.php?id=405

3.1.4 Überfallhöhe Geschiebeschacht

Der Ermittlung der Überfallhöhe im Bereich des Auslaufs des Geschiebeschachtes erfolgt mit der Formel nach Poleni.

Die Zulaufmenge für das 1-jährliche-Regenereignis mit einer Regendauer von $D = 15$ min beträgt

$$Q = A_u \cdot r_{15; n=1} = 1,34 \text{ ha} \cdot 122,2 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 163,75 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,164 \text{ m}^3/\text{s}}$$

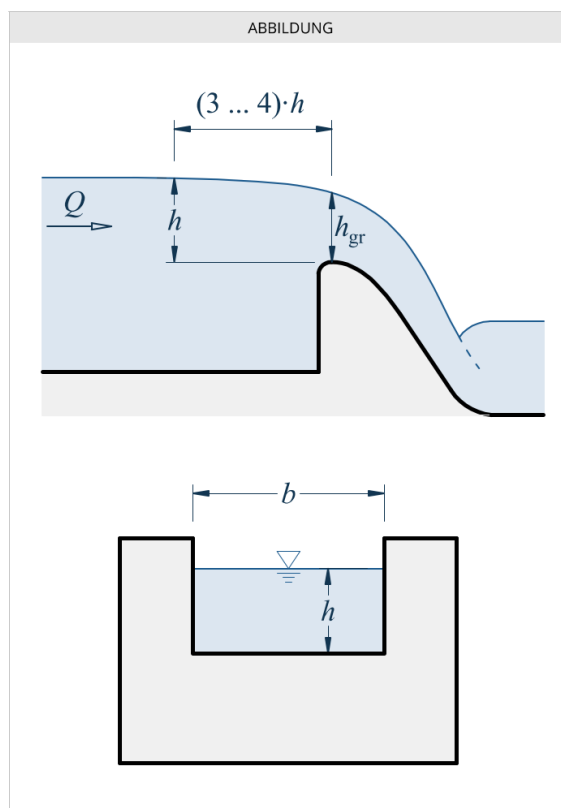
Für eine Überfallhöhe von $h = 0,14$ m beträgt die hydraulische Leistung des Auslaufs

$$Q = 0,173 \text{ m}^3/\text{s} > \mathbf{0,164 \text{ m}^3/\text{s} \text{ Nachweis erfüllt}}$$



RECHTECKÜBERFALL

EINGABE				
Überfallhöhe	h	=	0,14	m i
Überfallbreite	b	=	1,75	m
Überfallbeiwert	μ	=	0,64	- i
Fallbeschleunigung	g	=	9,81	m/s ²
ERGEBNIS				
Abfluss	Q	=	0,173	m ³ /s
spezifischer Abfluss	q	=	0,099	m ³ /(s·m)
Grenztiefe	h_{gr}	=	0,100	m i



FORMELN	
$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$	(1)
$q = \frac{Q}{b}$	(2)
$h_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$	(3)

3.1.5 Überfallhöhe Drosselbauwerk

Der Ermittlung der Überfallhöhe im Bereich des Überlaufs des Drosselbauwerks erfolgt mit der Formel nach Poleni.

Die Überlaufmenge für das 1-jährliche-Regenereignis mit einer Regendauer von D = 15 min beträgt

$$Q = A_u \cdot r_{15; n=1} = 1,34 \text{ ha} \cdot 122,2 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 163,75 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,164 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Für eine Überfallhöhe von $h = 0,13 \text{ m}$ beträgt die hydraulische Leistung des Überlaufs

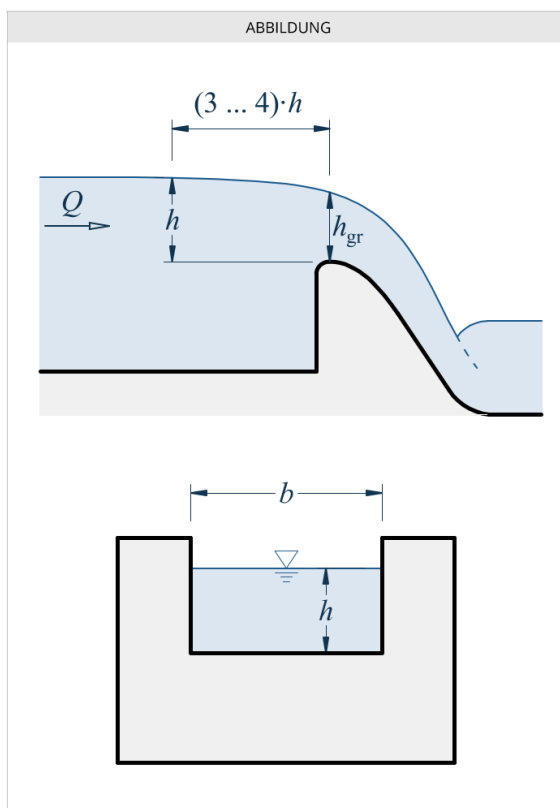
$$Q = 0,177 \text{ m}^3/\text{s} > \mathbf{0,164 \text{ m}^3/\text{s} \text{ Nachweis erfüllt}}$$



RECHTECKÜBERFALL

EINGABE				
Überfallhöhe	h	=	0,13	m
Überfallbreite	b	=	2	m
Überfallbeiwert	μ	=	0,64	-
Fallbeschleunigung	g	=	9,81	m/s ²

ERGEBNIS				
Abfluss	Q	=	0,177	m ³ /s
spezifischer Abfluss	q	=	0,089	m ³ /(s·m)
Grenztiefe	h_{gr}	=	0,093	m



FORMELN

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2} \quad (1)$$

$$q = \frac{Q}{b} \quad (2)$$

$$h_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (3)$$

3.1.6 Bemessung Lochblende

Die Bemessung der Lochblende erfolgt mit folgender Gleichung für einen Drosselabfluss des Retentionsbodenfilter $Q_{Dr,RBF} = 6$ l/s:

$$d_{Bl} = f \cdot \sqrt[3]{(Q / \sqrt{(g \cdot \Delta H)})}$$

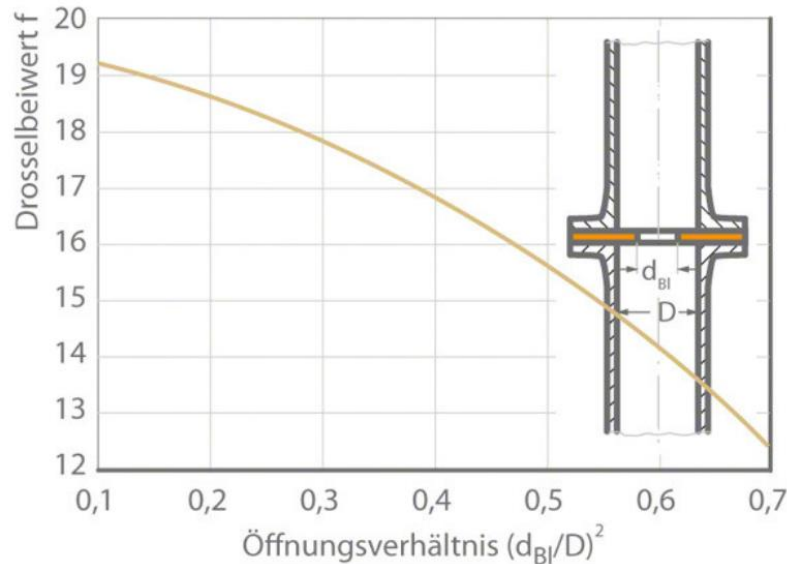
f Drosselbeiwert (aus Diagramm)

d_{Bl} innerer Durchmesser der Lochblende in mm

g Fallbeschleunigung 9,81 m/s²

ΔH abzdrosselnde Differenz der Druckhöhe in m

Q Volumenstrom in m³/h



Da bei der Bestimmung des inneren Durchmessers der Lochblende das Öffnungsverhältnis zunächst noch unbekannt ist, wird der Drosselbeiwert vorerst geschätzt und dann durch Iteration der Rechnung korrigiert.

Schätzung innerer Durchmesser: 42 mm $\rightarrow (d_{BI} / D)^2 = (42 / 200)^2 = 0,044$

Q = 6 l/s $\rightarrow 21,6$ m³/h

g = 9,81 m/s²

$\Delta H = 375,15 - (372,90 + 0,08) = 2,17$ m

$d_{BI} = 19,3 \cdot \sqrt{(21,6 / \sqrt{(9,81 \cdot 2,17)})} = 41,76$ mm ≈ 42 mm

Der innere Durchmesser der Lochblende beträgt 42 mm.

3.1.7 Überfallhöhe Dammscharte

Der Ermittlung der Überfallhöhe im Bereich des Notüberlaufs der Dammscharte erfolgt mit der Formel nach Poleni.


Die Überströmungsmenge der Scharte beim sehr starken Regenereignissen (30-jährlich, D = 10 min) beträgt

$$Q = A_u \cdot r_{10; n=0,03} = 1,34 \text{ ha} \cdot 351,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 471,28 \text{ l/s}$$

Für eine Überfallhöhe von $h = 0,08 \text{ m}$ beträgt die hydraulische Leistung der Dammscharte

$$Q = 0,551 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow \mathbf{551,0 \text{ l/s} > 471,28 \text{ l/s}} \text{ Nachweis erfüllt}$$

Die Wehrbelastung liegt bei $q = 471,28 \text{ l/s} / 15 \text{ m} = \mathbf{31,4 \text{ l/(s} \cdot \text{m)} < 150 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}}$

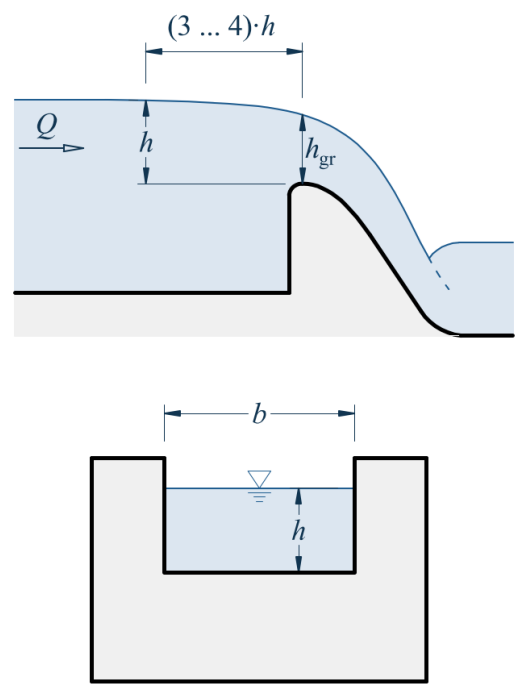
 **bauformeln.de**

RECHTECKÜBERFALL

EINGABE				
Überfallhöhe	h	=	0,08 m	i
Überfallbreite	b	=	15 m	
Überfallbeiwert	μ	=	0,55 -	i
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s ²	

ERGEBNIS				
Abfluss	Q	=	0,551 m ³ /s	
spezifischer Abfluss	q	=	0,037 m ³ /(s·m)	
Grenztiefe	h_{gr}	=	0,052 m	i

ABBILDUNG



FORMELN

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2} \quad (1)$$

$$q = \frac{Q}{b} \quad (2)$$

$$h_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (3)$$