

## Bemessung von Blockrampen und -schwellen

Bach: Seez  
Abschnitt: Rampe im Gebiet Halde km 12.600

Gemeinde Mels

## 1) Bemessung der Blockgrösse nach Whittaker Jäggi

Quelle: Whittaker J., Jäggi M., Blockschwellen, VAW Mit. Nr. 91, Zürich 1986

Bemessungsabfluss (HQ300): **Q** **180** m<sup>3</sup>/s

Formel für lockere Bauweise:

$$q_{krit} = 0.257 \sqrt{(\rho_s - \rho_w) / \rho_w} \sqrt{g I^{-7/6} d_{65}^{3/2}}$$

Bemessungsgrößen:

d65	1.15	m	einheitliche Blockgrösse
dS	1.22	m	äquivalenter Kugeldurchmesser (d65*1.06)
t	2.5		Blockgewicht
J	0.1	--	Gefälle
pw	1000	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Wasser
ps	2700	kg/m <sup>3</sup>	Dichte Steine
g	9.8	ms <sup>-2</sup>	Erdbeschleunigung
qkrit	19.0	m <sup>3</sup> /s m	
qzul	15.2	m <sup>3</sup> /s m	zulässiger spez. Abfluss (qkrit - 20%)

Rampenbreite **12** m Bs (sichere Seite)  
Qzul **182.3** m<sup>3</sup>/s zulässiger Abfluss

## Bemerkung:

Mit diesem Berechnungsblatt werden die Schwellen, sowie die Kornfraktionen am Schwellenfuss und im Unterwasser bemessen. Die Berechnungen erfolgen in Anlehnung an die Methoden zur Bemessung von Blockrampen.

Teil 1: Bemessung der Steingrößen für die Rampen nach dem Ansatz von Whittaker u. Jäggi mit einem empfohlenen Sicherheitszuschlag von 20%.

Teil 2: Kolkentiefe am Rampenfuss in Abhängigkeit des charakteristischen Korndurchmesser d90 - im Unterwasser.

Im Teil 3 wird das Grenzgefälle bei gegebenem spezifischen Abfluss und Kornfraktion (d90) berechnet. Dieser Ansatz erlaubt das maximale Gefälle im Unterwasserbereich - in diesem Falle das Zwischengefälle zwischen zwei Querbauwerken - zu bestimmen, bei dem gerade noch kein Geschiebetransport einsetzt.

Filterkriterien:

Filter  
d65min **0.07** m  
d65max **0.12** m  
10 < d65(Block)/d65(Filter) < 17

## 2) Kolkentiefe am Rampenfuss

Quelle: Skript Bezzola, ETH Zürich (2003), Seite 13\_51

## A) Normalabflussberechnung nach Strickler

	Rampe	Unterwasser	
Abfluss:	<b>Q</b>	<b>180</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Sohlenbreite:	Bs	12.0	m
k-Wert Sohle:	ks	18.0	m <sup>1/3</sup> /s
linke Böschungsneigung:	m	0.6	--
k-Wert links:	kl	35.0	m <sup>1/3</sup> /s
rechte Böschungsneigung:	n	10.0	--
k-Wert rechts:	kr	45.0	m <sup>1/3</sup> /s
Gefälle:	J	0.10	--
Abflusshöhe	h	1.7	2.2 m
	A	22.6	31.0 m <sup>2</sup>
	P	16.9	18.5 m
	R	1.3	1.7 m
	km	20.8	29.2 m <sup>1/3</sup> /s
	v	8.0	5.8 m/s
	Aneu	22.6	31.0 m <sup>2</sup>
	hneu	1.7	2.2 m
spezifischer Abfluss (Q/Bs)	q	15.0	15.0 m <sup>3</sup> /s m
pessimistische Annahme			
spezifischer Abfluss (Q/(A/h)) q(min)			12.9 m <sup>3</sup> /s m
optimistische Annahme berücksichtigt den gesamten Abflussquerschnitt			

## Herleitung kSt aus Korngrößen

Quelle: Skript Flussbau, ETHZ WS 03/04, Bezzola; S. 4-30

$$k_{st} = \frac{21 \cdot 1}{\sqrt[6]{d_{65}}} \quad d_{65} = 1.2 \text{ m} \quad k_{st} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

## B) Kolkberechnung nach Tschopp-Bisaz modifiziert

spezifischer Abfluss	q	15.0 m <sup>3</sup> /s m
Blockdurchmesser Rampe	D	1.2 m
Abflusshöhe Unterwasser	hu	2.2 m
charakteristischer Korndurchmesser Rampenfuss	d90	0.60 m
Abflussgeschwindigkeit am Rampenfuss	UE	6.3 m/s
Kolkentiefe ohne Geschiebezufuhr	S=	1.8 m
Mit Geschiebezufuhr kann der Kolk um 25 bis 40% reduziert werden, in Abhängigkeit der Korngrösse (Modellversuche Whittaker/Jäggi).		
Zu erwartendes Geschiebe sehr fein	Reduktion	25 %
Kolkentiefe mit Geschiebezufuhr (grobe Schätzung)	S=	1.3 m

Lage des Kolks nach MÜLLER (in Analogie eines Horizontalstrahls)

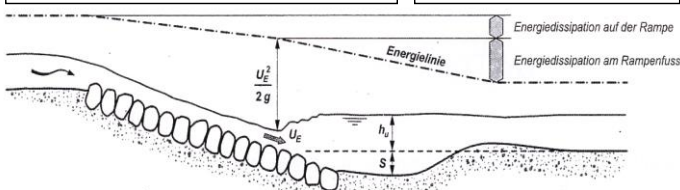
Lage des tiefsten Kolkpunktes (I1=4.9°S)	I1=	7 m
Gesamtlänge des Kolks (I2=9.9°S)	I2=	13 m

Gültigkeitsbereich:

$$\text{nach TSCHOPP UND BISAZ} \quad 5 \leq \frac{q^{1/2} h^{1/4}}{d_{90}} \leq 25 \quad 7$$

Formeln: Modifizierten Form der TSCHOPP UND BISAZ-Formel nach WHITTAKER UND JAEGGI (1996).

$$hu + S = 0.85 \cdot \sqrt{q \cdot U_E} - 7.125 \cdot d_{90} \quad U_E = 1.32 \frac{(g \cdot J_R)^{0.2} \cdot q^{0.6}}{D^{0.4}}$$



## 3) Grenzgefälle im Unterwasserbereich im geschiebelosen Fall

charakt. Korngrösse im Unterwasser	d90:	0.34 m
Grenzgefälle bei gegebenem Abfluss	JN(min)=	1.0% --
	JN(max)=	1.1% --
	JN(Wahl)=	1.0% --

mit spezifischem Abfluss q=Q/Bs  
mit spezifischem Abfluss q=Q/(A/h)  
Mittelwert

Quelle: A. Böll, 1997; Wildbach und Hangverbau

Formel:

$$J_N = \frac{0.4 d_{90}^{9/7}}{q_{\max}^{6/7}}$$