

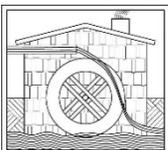
**KWT**

Kraftwerk Türkheim GmbH & Co. KG

## **Wasserkraftanlage Türkheim (KWT)**

### **Anlage 2: Hydraulischer Nachweis Fischaufstiegshilfe**

**24.11.2020**



Wasserbau Ringle GmbH  
Hindenburgring 82  
86899 Landsberg am Lech  
[www.wbri.de](http://www.wbri.de)

## **Inhaltsverzeichnis**

Titel            Seite

---

### **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>HYDRAULISCHE BEMESSUNG DER FISCHWEGEANLAGE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>VERTICAL SLOT</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Wasserspiegeldifferenz</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Geschwindigkeit</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Abfluss im Schlitzpass</b>	<b>5</b>
<b>2.4</b>	<b>Energiedissipation</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>NATURNAHER UMGEHUNGSBACH</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Durchflussbreite Riegel</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Mittlere Fließgeschwindigkeit</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>Energiedissipation</b>	<b>9</b>



## 1. HYDRAULISCHE BEMESSUNG DER FISCHWEGEANLAGE

Die Fischaufstiegshilfe an der Wertach liegt in der Barbenregion, die Leitfischart im Planungsgebiet ist der Huchen. Die Bemessung erfolgt gemäß den Anforderungen des DWA-M 509, Mai 2014.

Die Fischaufstiegshilfe ist eine Kombination aus Vertical Slot Fischpass und naturnahem Beckengerinne.

## 2. VERTICAL SLOT

**Tabelle 1: Dimensionierung des geplanten Vertical Slot und geometrische Anhaltswerte für die Barbenregion mit Vorkommen des Huchens (DWA-M 509, 2014)**

Parameter	DWA 2014 (Tabelle 43)	gewählt
Beckenlänge	3,0 m	3,0 m
Beckenbreite	2,25 m	2,25 m
Min. Wassertiefe ( $h_u$ )	0,80 m	0,80 m
Schlitzweite $s$	0,35 m	0,35 m
Wasserspiegeldifferenz $\Delta h$	--	0,13 m
<b>DWA 2014 (Tabelle 21)</b>		
Energiedissipation $E_{\text{grenz}}$	150 W/m <sup>3</sup>	
$E_{\text{bem}} = S_p * E_{\text{grenz}} = 0,9 * E_{\text{grenz}}$ mit $S_p = 0,9$	135 W/m <sup>3</sup>	67 W/m <sup>3</sup>
<b>DWA 2014 (Tabelle 17)</b>		
Max. Fließgeschwindigkeit im Schlitz $v_{\text{grenz}}$	1,8 m/s	
<b>DWA 2014 (Tabelle 40)</b>		
$V_{\text{bem}} = S_v * S_b * v_{\text{max}}$ $= 0,95 * 0,95 * v_{\text{max}}$ mit $S_v = 0,95$ und $S_b = 0,95$	1,6 m/s	$v_{\text{max}} = 1,6 \text{ m/s}$



## 2.1 Wasserspiegeldifferenz

$$\begin{aligned}\Delta h_{\text{bem}} &= v_{\text{bem}}^2 / (2g) \\ &= 1,60^2 / 19,62 \\ &= 0,13 \text{ m}\end{aligned}$$

WSP<sub>OW</sub> = W<sub>sp</sub> Durchlass = 587,25 mNN

mind. WSP<sub>UW</sub> = 582,62 mNN (bei Q<sub>30</sub> = 5,5 m<sup>3</sup>/s)

$$\Delta H = 587,25 - 582,62 = 4,63 \text{ m}$$

Anzahl Becken: 35

$$\Delta h = 4,63 / (35+1) = 0,13 \text{ m} \leq \Delta h_{\text{bem}}$$

## 2.2 Geschwindigkeit

Voraussetzung:  $v_{\text{max}} \leq v_{\text{bem}}$

Die max. Fließgeschwindigkeit unterhalb der Trennwand ergibt sich wie folgt:

$$\begin{aligned}v_{\text{max}} &= \sqrt{(2g * \Delta h)} \\ &= \sqrt{(2 * 9,81 * 0,13)} \\ &= 1,6 \text{ m/s} \leq 1,6 \text{ m/s}\end{aligned}$$



### 2.3 Abfluss im Schlitzpass

Schlitzbreite s	0,35 m
Fallhöhe zwischen den Becken $\Delta h$	0,13 m
$h_u$	0,80 m
$h_o$	$h_u + \Delta h$ $= 0,80 + 0,13$ $= 0,93$ m
$h_u / h_o$	0,86
$h_m$	$h_u + \Delta h / 2$ $= 0,80 + 0,13 / 2$ $= 0,87$ m
Für Gültigkeitsbereich $h_u/h_o = 0,5$ bis $0,99$ und $h_u > 2s$ $\rightarrow \mu$ (strömungstabil)	0,314
$\mu = 0,48 \cdot \left(1 - \left(\frac{h_u}{h_o}\right)^{4,5}\right)^{0,6}$	

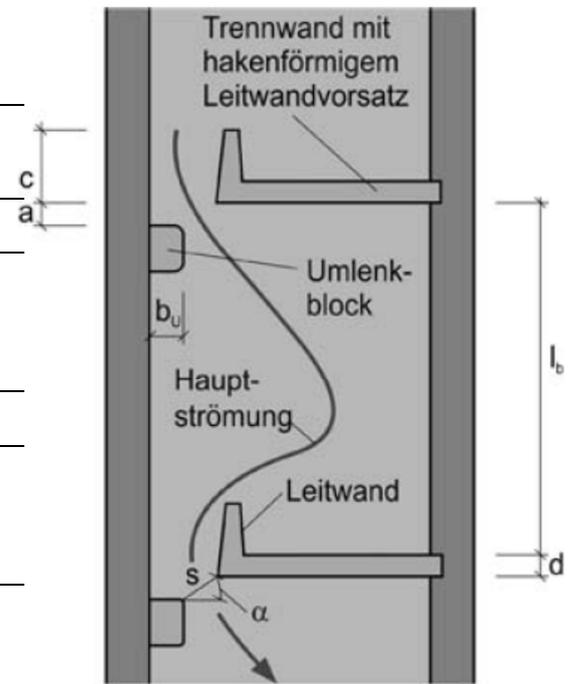


Abb 1: Bild 257a, DWA-M 509

Die Abflussberechnung erfolgt gemäß Krüger et al. (Gleichung 8.14 DWA-M 509):

$$Q_{FAH} = \mu \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot h_o^{3/2}$$

$$= \sim 0,310 \text{ m}^3/\text{s}.$$

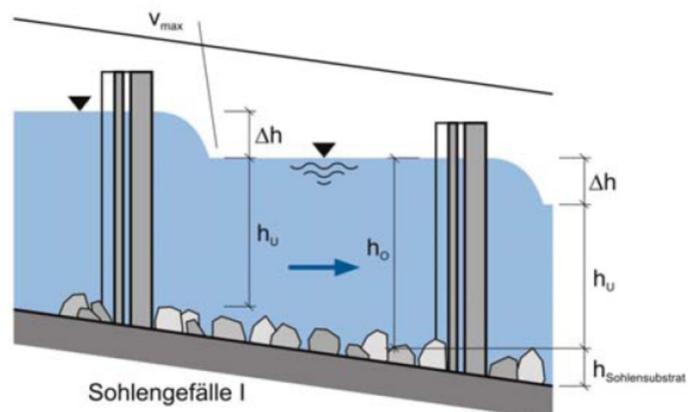


Abb 2: Bild 260, DWA-M 509



## 2.4 Energiedissipation

Die tatsächliche Energiedissipation  $E$  liegt unter den vorliegenden Verhältnissen bei:

$$\begin{aligned} E &= (Q \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot g) / (b_{\text{Becken}} \cdot h_{\text{mittel}} \cdot L_{\text{Becken}}) \\ &= (0,310 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 0,13 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m}/\text{s}^2 \cdot 1.000) / (2,25 \text{ m} \cdot 0,87 \text{ m} \cdot 3,0 \text{ m}) \\ &= \underline{67 \text{ W}/\text{m}^3} < 135 \text{ W}/\text{m}^3 \end{aligned}$$



### 3. NATURNAHER UMGEHUNGSBACH

**Tabelle 2: Dimensionierung des geplanten Umgehungsbaehes erfolgt als Raugerinne mit Beckenstruktur für Barbenregion und Huchen**

Parameter	DWA-M 509, 2014 (Tab. 36, S. 185 : Barbenregion)	gewählt
$\Delta h_{\text{bem}}$ , Absturzhöhe zwischen Becken	0,12 m	0,085 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit $v_{\text{m,bem}}$ im Becken	0,5 m/s	0,27 m/s
Max. Leistungsdichte (Energiedissipation) $E_{\text{,bem}}$	135 W/m <sup>3</sup>	54 W/m <sup>3</sup>
	<b>(Tab. 37, S. 186: Huchen)</b>	
$h_{\text{u,eff}}$ Wassertiefe unterhalb Trennwand	0,5 m	0,5 m
$h_{\text{D,min}}$ min. Tiefe im Durchlass mit NW-Schwelle	0,45 m	ohne Schwelle
$L_{\text{LB,bem}}$ mind. Lichte Beckenlänge	3,8 m	3,8 m
$b_{\text{bem}}$ min. mittlere lichte Beckenbreite	2,3 – 3,0 m	2,3 m
$b_{\text{s,min}}$ min. Öffnungsbreite Durchlass	0,45 - 0,6 m	0,45 m
	<b>(Tab. 15, S. 117: Huchen)</b>	
$L_{\text{Fisch}}$	1,0 m	
Absolute Höhe $H_{\text{Fisch}}$	0,16	
Absolute Dicke $D_{\text{Fisch}}$	0,12	

Die Geometrie des Beckenpasses ist für den Huchen als größte zu erwartende Fischart an diesem Standort zu bemessen. Unter Berücksichtigung eines geometrischen Sicherheitsbeiwertes von  $S_g = 0,8$  ergeben sich gemäß DWA-M 509, Kapitel 4.6.3 die folgenden geometrischen Grenzwerte:



- Beckenlänge:  
 $L_{LB, \text{grenz}} = 3 * L_{\text{Fisch}} = 3 * 1,0 = 3,0 \text{ m}$   
 $L_{LB, \text{bem}} = L_{LB, \text{grenz}} / 0,8 = 3,0 / 0,8 = 3,75 \text{ m} (< 3,80 \text{ m})$
- Wassertiefe im Becken:  
 $h_{u, \text{grenz}} = 2,5 * H_{\text{Fisch}} = 2,5 * 0,16 = 0,4 \text{ m}$   
 $h_{u, \text{bem}} = h_{u, \text{grenz}} / 0,8 = 0,4 / 0,8 = 0,5 \text{ m} (= 0,5 \text{ m})$
- Wassertiefe an Engstellen (Durchlässe):  
 $h_{D, \text{grenz}} = 2 * H_{\text{Fisch}} = 2 * 0,16 = 0,32 \text{ m}$   
 $h_{D, \text{bem}} = h_{D, \text{grenz}} / 0,8 = 0,32 / 0,8 = 0,4 \text{ m} (< 0,5 \text{ m})$
- Schlitzweite:  
 $b_{s, \text{grenz}} = s_{\text{min}} = 3 * D_{\text{Fisch}} = 3 * 0,12 = 0,36 \text{ m}$   
 $b_{s, \text{bem}} = b_{s, \text{grenz}} / 0,8 = 0,36 / 0,8 = 0,45 \text{ m}$

### 3.1 Durchflussbreite Riegel

Aus der hydraulischen Bemessung des Vertical Slot (vgl. Kapitel 2) ergibt sich eine Dotation für die Fischwegeanlage von 310 l/s.

Der Abfluss über oder durch einen Riegel erfolgt mittels der vereinfachten Überfallgleichung nach Poleni (gemäß DWA-M 509, Kapitel 7.6.3, Gl. 7.23):

$$\begin{aligned} Q &= 2/3 * \mu * \sigma * f * b * \sqrt{(2g)} * h_o^{3/2} \\ &= 2/3 * 0,55 * 0,82 * 1,15 * 0,45 * \sqrt{(2g)} * 0,585^{3/2} \\ &= 0,31 \text{ m}^3/\text{s} \sim 310 \text{ l/s} \end{aligned}$$

mit  $\mu$ : 0,55 für durchgehende Sohle ohne NW-Schwelle  
 $\sigma = 1 - (h_u/h_o)^{11} = 1 - (0,5/0,585)^{11} = 0,82$   
 $f$ : 1,15 für Steine mit unregelmäßigen Bruchkanten  
 $b$ : Summe der lichten Durchlassbreiten = 0,45 m  
 $h_o = h_u + \Delta h = 0,5 + 0,085 = 0,585 \text{ m}$



### 3.2 Mittlere Fließgeschwindigkeit

$$v = Q : A = 0,310 \text{ m}^3/\text{s} : 1,15 \text{ m}^2 = 0,27 \text{ m/s}$$

### 3.3 Energiedissipation

Die geplanten Becken sind im Mittel ca. 2,3 m breit. Die Länge der Becken beträgt mind. 3,8 m (ohne Riegelstein), die Fließtiefe rund 0,50 m. Das Volumen pro Becken beträgt damit rund 4,37 m<sup>3</sup>, die durchflossene Fläche 1,15 m<sup>2</sup>.

Im Zusammenhang mit der Beckengröße ist die Energiedissipation in den einzelnen Becken mit zu berücksichtigen. Diese soll 135 W/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

Die tatsächliche Energiedissipation E liegt unter den vorliegenden Verhältnissen bei:

$$\begin{aligned} E &= (Q * \Delta h * \rho * g) / (b_{\text{Becken}} * h_{\text{mittel}} * L_{\text{Becken}}) \\ &= (0,310 \text{ m}^3/\text{s} * 0,085 \text{ m} * 9,81 \text{ m/s}^2 * 1.000) / (2,3 \text{ m} * 0,54 \text{ m} * 3,8 \text{ m}) \\ &= \underline{54 \text{ W/m}^3}. \end{aligned}$$

Landsberg am Lech, 24.11.2020

Wasserbau Ringler GmbH