

1. Bemessung des Absperrbauwerks hinsichtlich der Hochwassersicherheit

Anmerkung:

Die Hochwassersicherheit des Absperrbauwerks wird neben dem Endausbauzustand auch für die die Zwischenzustände 1 und 2 mit geringerer Regelabgabe bzw. erhöhten Zuflüssen nachgewiesen. Für die einzelnen Zustände gelten folgende Randbedingungen:

	Zwischenzustand 1	Zwischenzustand 2	Endausbauzustand
HRB Weissach	ohne	ohne	mit*
HRB Im Grund	ohne	mit	mit
HRB Riet	ohne	mit	mit
Örtlicher HWS unterstrom	ohne	mit	mit
Vollstau Z_V	290,05 müNHN	290,05 müNHN	290,05 müNHN
Hochwasserstauziel Z_{H1}	290,10 müNHN	290,05 müNHN	290,05 müNHN
Hochwasserstauziel Z_{H2}	290,10 müNHN	290,10 müNHN	290,05 müNHN
Max. Regelabgabe $Q_{R,max}$	$Q_{R3} = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{R3} = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{R3} = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$

* Darf im Hochwasserbemessungsfall 1 aufgrund (n-1) nicht angesetzt werden.

1.1 Hochwasserbemessungsfall 1: $BHQ_1 = HQ_{500, K, Ret.}$

Im Hochwasserbemessungsfall 1 (HWBF 1) ist bei mehreren Entlastungsmöglichkeiten mit beweglichen Verschlüssen (Grundablass, Betriebsauslass, Klappe Hochwasserentlastung) immer die Leistungsfähigste nicht in Ansatz zu bringen ((n-1)-Regel). Der Grundablass wird daher nicht in Ansatz gebracht.

Nach der hydrologischen (n-1)-Regel ist das leistungsstärkste oberstrom liegende HRB im HWBF 1 nicht in Ansatz zu bringen. Das HRB Weissach befindet sich als einziges geplantes HRB oberstrom des HRB Eberdingen und darf somit nicht angesetzt werden. Damit ergeben sich für den Endausbauzustand und die Zwischenzustände die selben Zuflüsse. Unter Berücksichtigung der Retentionswirkung des HRB Eberdingen ergeben sich folgende Bemessungsabflüsse:

- Endausbauzustand und Zwischenzustand 2: 21,8 m³/s
- Zwischenzustand 1: 24,4 m³/s

- **Abfluss über vollständig umgelegte Klappe der Hochwasserentlastung (HWE)**

$$Q_{HWE} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

wobei

Überfallbeiwert	μ	= 0,65
Breite Überfallschwelle	b	= 11,00 m
Überfallbreite effektiv	b_{eff}	= 9,90 m (abzgl. Einbauten)
OK Überfallschwelle	Z_V	= 288,95 müNHN
Überfallhöhe	$h_{\ddot{u}}$	= 290,05 – 288,95 = 1,10 m

Überfallabfluss	Q_{HWE}	= $\frac{2}{3} * 0,65 * 9,90 * 19,62^{1/2} * 1,10^{3/2}$ = 21,9 m ³ /s
-----------------	-----------	--

- **Parallelentlastung über teilgeöffnetes Betriebsauslassschütz (BA)**

Unter Einhaltung der (n-1)-Regel wird eine Parallelentlastung in Höhe der Regelabgabe Q_{R3} über das Hochwasserentlastungsschütz angesetzt.

$$Q_{BA} = \mu * A * (2g)^{0,5} * h_o^{0,5}$$

wobei:

Ausflussquerschnitt	A	= 1,6 * 0,32 = 0,51 m ²
Sohlhöhe	Z_{So}	= 281,80 müNHN
Stauhöhe	h_o	= 290,05 – 281,80 = 8,25 m
Öffnungshöhe Schütz	a	= 0,32 m
Max. Regelabgabe	Q_3	= 3,9 m ³ /s

Kontraktionsbeiwert	ψ_{90°	= $\frac{1}{1 + 0,64 * \sqrt{1 - (a/h_o)^2}}$ = $\frac{1}{1 + 0,64 * \sqrt{1 - (0,32/8,25)^2}}$ = 0,610
---------------------	-------------------	---

Abflussbeiwert	μ_A	= $\frac{\psi}{\sqrt{1 + \frac{\psi * a}{h_o}}}$ = $\frac{0,61}{\sqrt{1 + \frac{0,61 * 0,32}{8,25}}}$ = 0,603
----------------	---------	---

Abfluss BA-Schütz	Q_{BA}	= 0,603 * 0,51 * 19,62 ^{0,5} * 8,25 ^{0,5} = 3,9 m ³ /s
-------------------	----------	--

Der Ausfluss ist rückstaufrei nach Bild 8.15 [17]:

mit $h_o/a = 8,25/0,32 = 25,78$, $h_2/a = 2,413/0,32 = 7,54$, $h_u (= 1,45 \text{ m}) < h_2$

- **Abflussvermögen BHQ₁ für Z_V = Z_{H1} = 290,05 müNHN**

Abfluss über umgelegte Klappe HWE	$Q_{\text{HWE}} =$	21,9 m ³ /s
Parallelentlastung über BA-Schütz	$Q_{\text{BA}} =$	3,9 m ³ /s
Gesamtabfluss	$Q_{\text{ges}} =$	25,8 m³/s > BHQ₁

Der im HWBF 1 abführbare Gesamtabfluss beträgt im Endausbauzustand sowie im Zwischenzustand 2 bei Hochwasserstauziel Z_{H1} = 290,05 müNHN mit Q_{ges} = 25,8 m³/s mehr als BHQ_{1,Ret.} = 21,8 m³/s. Im Zwischenzustand 1 beträgt die maximale Regelabgabe Q_{R3} nur 2,4 m³/s. Der abführbare Gesamtabfluss von 24,3 m³/s (2,2 m³/s + 21,9 m³/s) ist damit geringer als BHQ_{1,Ret.} = 24,4 m³/s. Das Hochwasserstauziel Z_{H1} wird daher zu Erhöhung der Leistungsfähigkeit auf Z_{H1} = 290,10 müNHN erhöht.

- **Abflussvermögen BHQ₁ für Z_V = Z_{H1} = 290,10 müNHN**

Abfluss über umgelegte Klappe HWE	$Q_{\text{HWE}} =$	23,3 m ³ /s
Parallelentlastung über BA-Schütz	$Q_{\text{BA}} =$	2,4 m ³ /s
Gesamtabfluss	$Q_{\text{ges}} =$	25,7 m³/s > BHQ₁

Der im HWBF 1 abführbare Gesamtabfluss beträgt im Zwischenzustand 1 bei Hochwasserstauziel Z_{H1} = 290,10 müNHN mit Q_{ges} = 25,7 m³/s mehr als BHQ_{1,Ret.} = 24,4 m³/s. Die Berechnung erfolgt analog zum Endausbauzustand unter Anpassung der folgenden Variablen:

- Abfluss über die Hochwasserentlastung (HWE):
Überfallhöhe $h_{\ddot{u}} = 290,05 - 288,95 = 1,10 \text{ m}$
- Für die Parallelentlastung über das Betriebsauslassschütz (BA):
Ausflussquerschnitt $A = 1,6 * 0,20 = 0,32 \text{ m}^2$
Stauhöhe $h_o = 290,10 - 281,80 = 8,30 \text{ m}$
Öffnungshöhe Schütz $a = 0,20 \text{ m}$
Max. Regelabgabe $Q_3 = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$

1.2 Hochwasserbemessungsfall 2: $BHQ_2 = HQ_{5.000, K, Ret.}$ im Zwischenzustand 1 und 2

Im Hochwasserbemessungsfall 2 (HWBF 2) dürfen alle Verschlüsse zum Nachweis der Hochwassersicherheit angesetzt werden. Zum Schutz des Ökogerinnes bleibt das Grundablassschütz jedoch auch im HWBF 2 geschlossen. Im Endausbauzustand darf zudem die Wirkung des HRB Weissach berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung der Retentionswirkung des HRB Eberdingen ergeben sich folgende Bemessungsabflüsse:

- Endausbauzustand: 35,8 m³/s
- Zwischenzustand 1: 41,2 m³/s
- Zwischenzustand 2: 41,1 m³/s

• Abfluss über vollständig umgelegte Klappe der Hochwasserentlastung (HWE)

$$Q_{HWE} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

wobei

Überfallbeiwert	μ	= 0,65
Breite Überfallschwelle	b	= 11,00 m
Überfallbreite effektiv	b_{eff}	= 9,90 m (abzgl. Einbauten)
OK Überfallschwelle	Z_V	= 288,95 müNHN
Überfallhöhe	$h_{\ddot{u}}$	= 290,05 – 288,95 = 1,10 m

Überfallabfluss	Q_{HWE}	= $\frac{2}{3} * 0,65 * 9,90 * 19,62^{1/2} * 1,10^{3/2}$ = 21,9 m ³ /s
-----------------	-----------	--

• Parallelentlastung über das Betriebsauslassschütz (BA)

$$Q_{BA} = \mu * A * (2g)^{0,5} * h_o^{0,5}$$

wobei:

Ausflussquerschnitt	A	= 1,60 * 1,60 = 2,56 m ²
Sohlhöhe	Z_{So}	= 281,80 müNHN
Stauhöhe	h_o	= 290,05 – 281,80 = 8,25 m
Öffnungshöhe Schütz	a	= 1,60 m

Kontraktionsbeiwert	ψ_{90°	= $\frac{1}{1 + 0,64 * \sqrt{1 - (a/h_o)^2}}$
		= $\frac{1}{1 + 0,64 * \sqrt{1 - (1,6/8,25)^2}}$
		= 0,614

$$\begin{aligned} \text{Abflussbeiwert} \quad \mu_A &= \frac{\psi}{\sqrt{1 + \frac{\psi^* a}{ho}}} \\ &= \frac{0,613}{\sqrt{1 + \frac{0,613^* 1,60}{8,25}}} \\ &= 0,581 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abfluss BA-Schütz} \quad Q_{BA} &= 0,581 * 2,56 * 19,62^{0,5} * 8,25^{0,5} \\ &= 18,9 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Der Ausfluss ist rückstaufrei nach Bild 8.15 [17]:
mit $h_o/a = 8,25/1,6 = 5,16$, $h_2/a = 4,93/1,6 = 3,08$, $h_u (= 1,45 \text{ m}) < h_2$

- **Abflussvermögen BHQ_2 für $Z_V = Z_{H1} = Z_{H2} = 290,05 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$**

Abfluss über umgelegte Klappe HWE	$Q_{HWE} = 21,9 \text{ m}^3/\text{s}$
<u>Parallelentlastung über BA-Schütz</u>	<u>$Q_{BA} = 18,9 \text{ m}^3/\text{s}$</u>
Gesamtabfluss	$Q_{ges} = 40,8 \text{ m}^3/\text{s} > BHQ_2$

Der im HWBF 2 abführbare Gesamtabfluss bei geschlossenem Grundablassschütz beträgt bei Hochwasserstauziel $Z_{H2} = 290,05 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$ mit $Q_{ges} = 40,8 \text{ m}^3/\text{s}$ mehr als $BHQ_{2,Ret.} = 35,8 \text{ m}^3/\text{s}$ im Endausbauzustand. Für die beiden Zwischenzustände ist das Abflussvermögen bei $Z_{H2} = Z_V = 290,05 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$ nicht ausreichend und wird daher auf $Z_{H2} = 290,10 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$ erhöht.

Zur Beurteilung der hydraulischen Leistungsreserve der Stauanlage bei Extremhochwasser wurde der Abfluss im Abflussdiagramm dargestellt (s. Anlage 1.2).

- **Abflussvermögen BHQ_2 für $Z_{H2} = 290,10 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$**

Abfluss über umgelegte Klappe HWE	$Q_{HWE} = 23,3 \text{ m}^3/\text{s}$
<u>Parallelentlastung über BA-Schütz</u>	<u>$Q_{BA} = 19,0 \text{ m}^3/\text{s}$</u>
Gesamtabfluss	$Q_{ges} = 42,3 \text{ m}^3/\text{s} > BHQ_2$

Der abführbare Gesamtabfluss beträgt bei einem Hochwasserstauziel von $Z_{H2} = 290,10 \text{ m}\ddot{u}\text{NHN}$ mit $Q_{ges} = 42,3 \text{ m}^3/\text{s}$ mehr als $BHQ_{2,Ret} = 41,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zwischenzustand 1) bzw. $41,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zwischenzustand 2). Die Berechnung erfolgt analog zum Endausbauzustand unter Anpassung der folgenden Variablen:

- Abfluss über die Hochwasserentlastung (HWE):
Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ = $290,05 - 288,95 = 1,10 \text{ m}$

- Parallelentlastung über das Betriebsauslassschütz (BA):
Stauhöhe $h_0 = 290,10 - 281,80 = 8,30 \text{ m}$

Zur Beurteilung der hydraulischen Leistungsreserve der Stauanlage bei Extremhochwasser wurde der Abfluss im Endausbauzustand in einem Abflussdiagramm dargestellt (s. Anlage 1.2).