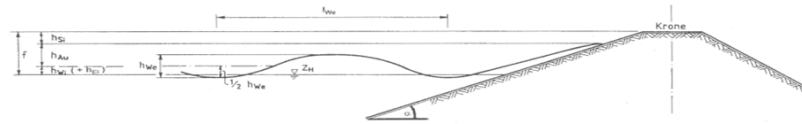


Freibordbemessung nach DVWK-Merkblatt 246/1997



- f Freibord
- h_{WW} Wellenhöhe
- h_{AU} Wellenaufwurf
- h_{WI} Windstau
- h_{EI} Eisstau
- h_S Sicherheitsszuschlag
- l_{WW} Wellenlänge
- Z_H höchstes Stauziel
- α Böschungswinkel

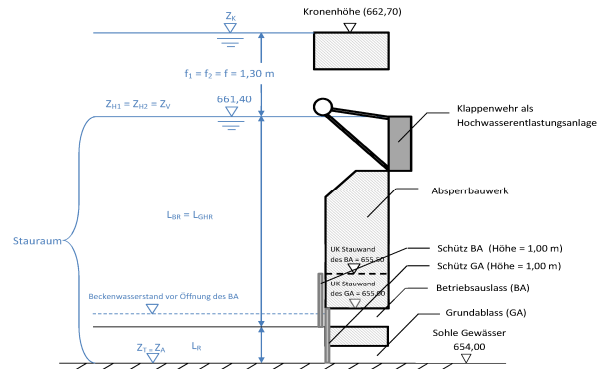
Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

1. Bemessungswasserstand

Bemessungswasserstand	$Z_y =$	661,40 m+NN	(Oberkante des Verschlusses der Hochwasserentlastungsanlage)
Böschungseigung	$m =$	2,4	
	$\alpha =$	22,54 °	

Der für die Freibordbemessung zugrunde liegende Bemessungswasserstand entspricht dem Stauziel Z_y

- Freibord im HWBF 1 f_1
- Freibord im HWBF 2 f_2
- Kronenstau Z_K
- Hochwasserstauziel 2 infolge BHQ2 im HWBF 2 Z_{H2}
- Hochwasserstauziel 1 infolge BHQ1 im HWBF 1 Z_{H1}
- Vollstau = Wasserspiegel auf Höhe der OK der HWEA Z_y
- Betriebsraum I_{BR}
- gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum aus HWBF 3 I_{GHR}
- (Absenziel) Z_A
- (tiefstes Stauziel) Z_T



Quelle: Skizze IBKoch/FWT in Anlehnung zur Arbeitshilfe zur DIN 19700

2. Bemessungswindgeschwindigkeit

Wenn über die Windgeschwindigkeiten keine Angaben zu erhalten sind, können für Deutschland die in nachfolgender Tabelle angegebenen Stundenmittel der Windgeschwindigkeit w_{10} , die alle 25 Jahre erreicht oder überschritten werden, angenommen werden [DWW 246/1997, S.5]

2.1 Windgeschwindigkeiten nach Tabelle/Gutachten

Höhenlage	ca.	663 m+NN
Lage		windgeschützt
Windgeschwindigkeit	$w_{10,60min} =$	19 m/s

Höhe [mNN]	Stundenmittel der Windgeschwindigkeit w_{10} [m/s] über einer Wasserfläche, Wiederholungszeitspanne > 25 a					
	windgeschützt		normale Lage		windexponiert	
	von	bis	von	bis	von	bis
200	14	20	20	25	25	28
400	16	21	21	26	26	30
600	18	22	22	28	28	31
800	20	24	24	29	29	34

Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

2.2 Ausreifzeit

mittlere Streichlänge	$S =$	0,700 km
-----------------------	-------	----------

Die Ausreifzeit t_{wi} berechnet sich näherungsweise zu $t_{wi} = 10 \cdot S$ [min]

Ausreifzeit	$t_{wi} =$	7 min
-------------	------------	-------

2.3 Umrechnung des Stundenmittels der Windgeschwindigkeit für kürzere Ausreifzeiten und Streichlängen < 6 km

Faktor		1,15
Windgeschwindigkeit	$w_{10,7min} =$	21,85 m/s

Streichlänge [km] S	Ausreifzeit [min] t_{wi}	Faktor für die Umrechnung des Stundenmittels für andere Ausreifzeiten
6	60	1,0
2	20	1,05
1	10	1,1
0,5	5	1,2

Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

3. Wellenprognose nach KRYLOW II

Ergebnisse der Wellenprognose (Detailberechnung siehe Anlage auf Seite 2):

Mittl. Wellenhöhe	$(h_{we})_{quer} =$	0,27 m
Mittl. Wellenperiode	$(T_{we})_{quer} =$	1,70 s
Mittl. Wellenlänge	$(l_{we})_{quer} =$	4,51 m

4. Freibordkomponenten

4.1 Windstau

Der Windstau kann pauschal mit $h_{wi} = 0,05$ m angesetzt werden, wenn die in der Tabelle angegebenen Verhältnisse vorliegen:

Windstauhöhe $h_{wi} =$ **0,05 m**

es wird der pauschale Ansatz von 0,05 m gewählt

In allen anderen Fällen wird diese mittel der ZUIDERSEEFORMEL berechnet

Winkel zwischen maßgebender Windrichtung und der angesetzten Streichlänge (β)
 $\beta =$ **0** [°]

mittlere Wassertiefe $d =$ **3,74** m

Windstauhöhe $h_{wi} =$ **0,018** m

mittlere Streichlänge S [m]	Wassertiefe d [m]
< 1500	> 6
< 3000	> 10
< 6000	> 20

Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

$$h_{wi} = \frac{W_{10}^2 \cdot S \cdot \cos(\beta)}{4861110 \cdot d}$$

4.2 Wellenaufbau brandender Wellen nach HUNT (1959)

Festlegung des Wellencharakters nach IRRIBAREN

Grenzneigung $\alpha_{grenz} =$ **79,60** °
 $\tan(\alpha_{grenz}) =$ **5,45**
 $\tan(\alpha) =$ **0,41**

$$\alpha_{grenz} = \arctan\left(\frac{8}{T_{We}} \cdot \sqrt{\frac{h_{We}}{2 \cdot g}}\right)$$

wenn $\tan \alpha < \tan \alpha_{grenz}$ dann "brandende Wellen",
sonst "schwingende Wellen"

Wellencharakter **brandende Wellen**

An Staudämmen kommt es in der Regel zum Auflauf brandender Wellen

Für Böschungsneigungen flacher als 1:2 wird der Wellenauflauf nach folgender Gleichung berechnet

$$h_{Au,x\%} = k_D \cdot k_R \cdot k_x \cdot \sqrt{h_{We} \cdot I_{We}} \cdot \tan \alpha$$

Böschungsrauhheit $k_D \cdot k_R =$ **0,75**

Bauwerkstyp = Erddämme $x \% =$ **1**

Überschreitungswahrscheinlichkeit $k_x, 1\% =$ **2,4**

Auflaufhöhe $h_{Au,1\%} =$ **0,83** m

Böschungsoberfläche	$k_D \cdot k_R$
glatte Bauweisen (Betonplatten mit vergossenen Fugen, Asphaltbeton)	1,0
Betonplatten mit offenen Fugen	0,95
Pflaster mit vergossenen Fugen	0,90-0,95
Pflaster mit offenen Fugen	0,80-0,90
Rasen, Sand	0,75 - 0,85
Kies	0,70-0,78
Schüttungen aus rundlichem Gesteinsmaterial, Asphalttraubauweise	0,60-0,65
Bruchsteinschüttungen	0,55-0,65

Bauwerkstyp	x (%)	k_x
Staumauern, Wehre	5	entfällt
Steinschüttämme mit erosionsbeständiger Krone und Luftseite	2	2,2
Erddämme	1	2,4

Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

Quelle: DVWK-Merkblatt 246/1997

4.3 Sicherheitszuschläge

Die Größe des Sicherheitszuschlags ist abhängig von der Art des Absperrbauwerks
Für die Neuplanung von Staudämmen wird ein Sicherheitszuschlag von min. 0,50 m empfohlen
[Arbeitshilfe zur DIN 19700 Hochwasserrückhaltebecken, LUBW 2007]

Sicherheitszuschlag $h_{si} =$ **0,50** m

4.4 Eisstau

Da Eisstau und Windbelastung nicht gleichzeitig auftreten, muss der ungünstigere Fall betrachtet werden.
[Arbeitshilfe zur DIN 19700 Hochwasserrückhaltebecken, LUBW 2007]

Es wird davon ausgegangen, dass der Windstau + Wellenauflauf größer als ein möglicher Eisstau ist

Eisstau $h_{ei} =$ **0,00** m

5. Freibordberechnung

Das Freibord berechnet sich zu: $f = h_{Au} + h_{wi} + h_{si} (+h_{ei})$

Freibord $f =$ **1,38** m (bezogen auf die Dammschse)

Freibord $f =$ **1,30** m (bezogen auf Wegrand)

Die Lage des Untersuchungspunktes P wurde so gewählt, dass sich erwartungsgemäß das sich die größten Werte für Windstau und Wellenauflauf ergeben.
Auf eine Variation der Lage und Wiederholung des Verfahrens kann demnach verzichtet werden.

Wellenprognose nach KRYLOW II

Wassertiefe am Punkt P d = 6 m

Sektor	Wassertiefe	Winddauer	Streichlänge	Winkel		Dimensionslose Streichlänge	Dimensionslose Wassertiefe	Spektralfaktor	Mittlere Wellenhöhen	a _i * (h _{We,i}) _{quer} ²
	d _i			t _E	S _i					
	[m]	[s]	[m]			[-]	[-]	[-]	[m]	[m ²]
1	5,69	420	77	0	0,00					
2	4,55	420	247	37	0,65	1,582	0,1169	0,0102	0,12	0,00013738
3	3,75	420	393	51	0,89	8,075	0,0771	0,0751	0,25	0,00487574
4	3,56	420	473	71	1,24	9,719	0,0732	0,1688	0,28	0,01279181
5	3,4	420	585	90	1,57	12,020	0,0699	0,2035	0,30	0,01816774
6	2,59	420	583	116	2,02	11,979	0,0532	0,2699	0,28	0,02161192
7	2,94	420	531	135	2,36	10,911	0,0604	0,1393	0,28	0,0110045
8	3,15	420	326	151	2,64	6,699	0,0647	0,0647	0,23	0,00347246
9	4,03	420	121	180	3,14	2,486	0,0828	0,0261	0,15	0,00055142
Summe:										0,07441149

Mittl. Wellenhöhe (h_{We})_{quer} = **0,27** $\bar{h}_{We} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i \cdot h_{We,i}^2)}$ $\bar{h}_{We,i} = \frac{w_{10}^2 \cdot 0,16}{g} \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{[1 + 0,006 \cdot \sqrt{S_i^*}]^2} \right\}$

Mittl. Wellenperiode (T_{We})_{quer} = **1,70 s** $\bar{T}_{We} = \frac{6,2 \cdot w_{10} \cdot \pi}{g} \cdot \left[\frac{g \cdot \bar{h}_{We}}{w_{10}^2} \right]^{0,625}$

Mittl. Wellenlänge (l_{We})_{quer} = **4,51 m** $\bar{l}_{We} = \frac{g \cdot \bar{T}_{We}^2}{2 \cdot \pi} \cdot \tanh \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\bar{l}_{We}} \right)$ $\cdot \tanh \left\{ 0,625 \cdot \frac{(d_i^*)^{0,8}}{1 - \frac{1}{[1 + 0,006 \cdot \sqrt{S_i^*}]^2}} \right\}$

durch Iteration (Zielwertsuche) 4,506815014 0,00000 Abbruch bei Δ=0,000001 mit $d_i^* = \frac{g \cdot d_i}{w_{10}^2}$ und $S_i^* = \frac{g \cdot S_i}{w_{10}^2}$

Signifikante Wellenhöhe H_s ≈ **0,43 m** $H_{1/3} \approx (1,5975 - 0,5434 \cdot H_m/h) \cdot H_m$

Peakperiode T_p ≈ **2,00 s** $T_m \approx 0,85 T_p$

zu T_p korresp. Wellenlänge = **6,24 m** $\lambda_p = \frac{g \cdot T_p^2}{2 \cdot \pi} \cdot \tanh \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\lambda_p}$

durch Iteration (Zielwertsuche) 6,237737 0,00000 Abbruch bei Δ=0,000001

H/L = 0,272 > 1/20 --> Flachwasser

