

Erstellt	RMD-Consult GmbH	R. Hoepffner	10.10.2011
Geprüft	RMD-Consult GmbH	C. Göhl	10.10.2011
Freigegeben	DKJ / ES-R	D. Mayr	03.11.2011
Unternehmen / Abteilung		Vorname Nachname	Datum
Fremdfirmen-Nr.:		Aufstellungsort:	Bl. von Bl.
Unterlagennummer			
SKS		KKS	
Projekt-Nr.		DCC(UAS)	
Ersteller			
Gliederungszeichen			
Dokumenttyp			
Nummer			
Gliederungszeichen			
Blattnummer			
Gliederungszeichen			
Änderungsindex			
Planstatus			
Planart			
Vorzeichen		Vorzeichen	
GA		Funktion/ Bauwerk	
F0		Aggregat/ Raum	
F1		AN	
F2		A3	
F3			
FN			
A1			
A2			
AN			
A3			
Vorzeichen		Vorzeichen	
G		&	
F0		A	
F1		A	
F2		A	
F3		A	
FN		N	
A1		N	
A2		N	
AN		N	
A3		N	
Vorzeichen		Vorzeichen	
G		&	
F0		A	
F1		A	
F2		A	
F3		A	
FN		N	
A1		N	
A2		N	
AN		N	
A3		N	



Inhaltsverzeichnis

1.	Vorgehen.....	4
2.	Begriffserklärung	4
3.	Berechnungsgrundlagen	5
3.1.	Bemessungswind	5
3.2.	Niederschlag und vorhandener Freibord	5
4.	Berechnungen	6
4.1.	Freibord für maximale Streichlänge (Windrichtung 330°)	6
4.2.	Freibord für maximale Windstärke (Windrichtung 270°)	6
5.	Auswertung und Zusammenfassung.....	6
	Anlagen.....	8

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definitionsskizze zum Freibord für Staudämme (aus DVWK-Merkblatt 246/1997)	4
Abbildung 2: Stauziele	4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zu erwartende Extremwerte der Stundenmittel der Windgeschwindigkeit in m/s für Wiederkehrzeiträume von 2, 10, 25 und 50 Jahren, Standort: Stauanlage PSW Oberbecken Riedl, 10 m über der Wasserfläche (aus JES-A001-DWD_1-B40008-00)	5
Tabelle 2: Zusammenstellung der Berechnungen für den Freibord bei maßgebender Windrichtung 270°	6

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags in Deutschland (PEN LAWA 2005)
Anlage 2: Berechnungen zum Freibord für maximale Streichlänge (Windrichtung 330°)
Anlage 3: Berechnung zum Freibord für maximale Windstärke (Windrichtung 270°)



1. Vorgehen

Die Freibordbemessung der Dämme am Speichersee wurde analog dem DVWK-Merkblatt 246, Freibordbemessung an Stauanlagen von 1997, durchgeführt. Die Vorgaben aus DIN 19700 Teilen 10, 11 und 14 wurden berücksichtigt.

2. Begriffserklärung

Detailliert wird das Vorgehen zur Freibordberechnung im DVWK-Merkblatt 246 beschrieben. Die einzelnen Bestandteile des Freibords sind in Abbildung 1 dargestellt.

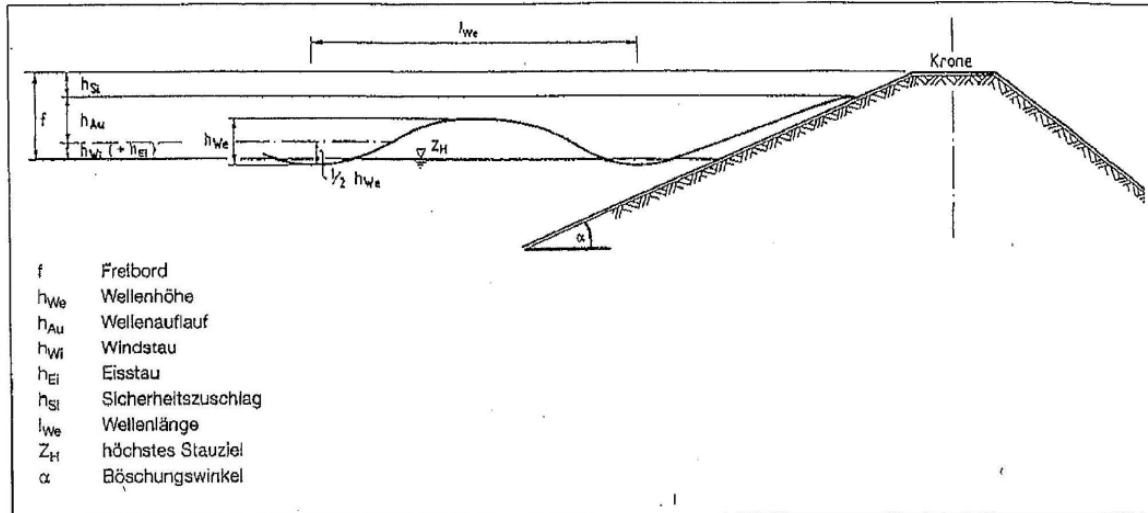


Abbildung 1: Definitionsskizze zum Freibord für Staudämme (aus DVWK-Merkblatt 246/1997)

Hinweise zur Ermittlung des Freibords finden sich zudem in DIN 19700 in den Teilen 10, 11 und 14. Von besonderer Bedeutung sind demnach die unterschiedlichen Stauziele bei den jeweiligen Bemessungsfällen. Die wesentlichen Stauziele und Koten sind grafisch in Abbildung 2 dargestellt. Die Stauziele für den ES-R werden in Abs. 3.2 ermittelt.

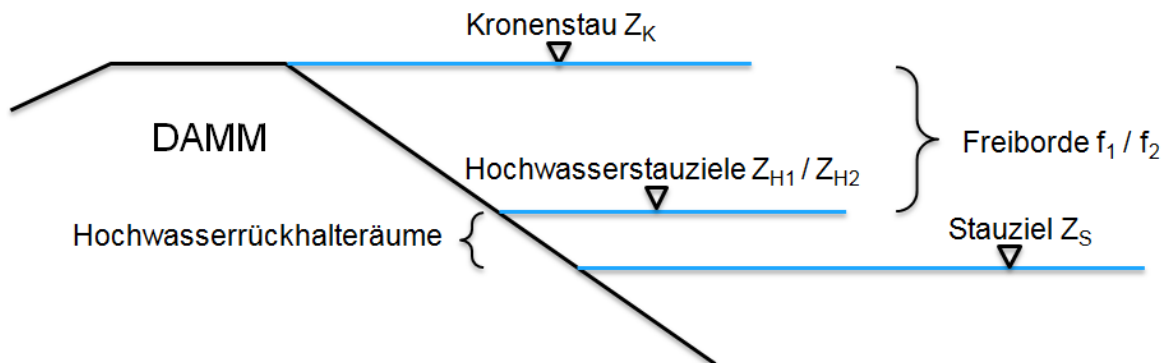


Abbildung 2: Stauziele

Im Hochwasserbemessungsfall BHQ₁ setzt sich der Freibord f_1 zusammen aus Wellenaufbau h_{Au} und Windstau $h_{Wi,f1}$ beim Bemessungswind $w_{10,25a}$. Gemäß DVWK-Merkblatt 246/1997 wird dieser Wind mit 25-jähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit in 10 m über der Wasseroberfläche ermittelt. Der Aufstau durch Eis spielt beim vorhandenen Einlaufbauwerk keine Rolle.

BHQ₁: $f_1 = h_{Au} + h_{Wi,f1} + (h_{Ei})$

Im Hochwasserbemessungsfall BHQ₂ setzt sich das Freibord f_2 zusammen aus Wellenaufbau h_{Au} und Windstau $h_{Wi,f2}$ beim Bemessungswind $0,5 \cdot w_{10,25a}$. Ein Sicherheitszuschlag h_{Si} ist gemäß DIN 19700-14 mit zusätzlich 0,5 m pauschal anzusetzen.

$$\underline{BHQ_2:} \quad f_2 = h_{Au} + h_{Wi,f2} + h_{Si} + (h_{Ei})$$

Zur Ermittlung des Hochwasserstauziels Z_{H1} im Falle BHQ₁ dürfen gem. DIN 19700 Teil 11 die Hochwasserentlastungsanlagen und (n-1) Grundablässe zur Hochwasserabfuhr angesetzt werden. Dabei ist im Falle des ES-R ein 1000-jährliches Niederschlagsereignis maßgebend. Weitere natürliche Zuflüsse sind nicht vorhanden. Zur Ermittlung des Hochwasserstauziels Z_{H2} im Falle BHQ₂ dürfen gem. DIN 19700 Teil 11 alle Grundablässe, Betriebsauslässe und Hochwasserentlastungsanlagen als uneingeschränkt wirksam angenommen werden. Als Niederschlag ist im Falle des ES-R ein 10.000-jährliches Niederschlagsereignis maßgebend.

3. Berechnungsgrundlagen

3.1. Bemessungswind

Der Bemessungswind wurde in der Expertise zum Bemessungswind über der geplanten Stauanlage Oberbecken des PSW „Energiespeicher Riedl“ (JES-A001-DWD_1- B40008-00) des Deutschen Wetterdienstes ermittelt. Die zu erwartenden Extremwerte sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Maßgebend für die Berechnungen ist $w_{10,25a}$. Die maximale Windstärke ist bei 270° zu erwarten, die maximale Streichlänge gibt es bei 330°.

Wiederkehrintervall in Jahren	Sektormitte ¹⁾ (Grad)												
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0-360 ³⁾
2	12	11	11	9	6	6	5	15	16	13	10	10	17
10	15	14	13	11	8	7	6	20	20	15	12	11	21
25	17	16	14	12	8	8	6	22	22	16	14	12	23
50	18	17	15	13	9	9	7	23	23	17	15	13	24

Tabelle 1: Zu erwartende Extremwerte der Stundenmittel der Windgeschwindigkeit in m/s für Wiederkehrzeiträume von 2, 10, 25 und 50 Jahren, Standort: Stauanlage PSW Oberbecken Riedl, 10 m über der Wasserfläche (aus JES-A001-DWD_1- B40008-00)

3.2. Niederschlag und vorhandener Freibord

Die Eingangsmengen des Niederschlags wurden aus PEN-LAWA 2005 für das Rasterfeld Spalte 68 und Zeile 87 entnommen. Im Fall BHQ₁ muss beim ES-R ein Extremniederschlag im Becken zurückgehalten werden können. Aus diesem Grund wird hier das 1000-jährliche Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 72 h, also großer Fülle, gewählt. Dieses beträgt 221 mm. Da bei BHQ₁ keine Entlastungsorgane angesetzt werden dürfen, liegt das Hochwasserstauziel Z_{H1} um 22,1 cm über dem bestehenden Z_s .

Für BHQ₂ ist der maximale Abfluss maßgebend. So wird hier das 10.000-jährliche Niederschlagsereignis von 6 h Dauer angesetzt (113 mm). Die Abflussspitze über der 25 ha großen Beckenfläche beträgt somit rund 1,3 m³/s was deutlich kleiner ist als der mögliche Abfluss durch die Triebwasserleitung bei Stauziel von 108 m³/s. Somit wird im Fall BHQ₂ das Hochwasserstauziel Z_{H2} gleich dem Stauziel gesetzt.

Das geplante Stauziel Z_s liegt auf 630,50 m ü.NN, die Bauwerkskrone auf 632,50 m ü.NN. Abzüglich der 22,1 cm beträgt der vorhandene Freibord im Falle BHQ₁ somit 1,78 m. Im Falle BHQ₂ beträgt dieser 2,00 m.



4. Berechnungen

4.1. Freibord für maximale Streichlänge (Windrichtung 330°)

Die Berechnungen beziehen sich auf das DVWK-Merkblatt 246, Freibordbemessung an Stauanlagen von 1997 und sind in Anlage 2 zusammengestellt.

Für den Fall maximale Streichlänge (Windrichtung 330°) ergeben sich folgende notwendigen Soll-Freiborde f_1 und f_2 :

	SOLL	≤ !	IST	
$f_1 = h_{Au} + h_{Wi} (+h_E) =$	0,90 m	<<	1,78 m	OK! w10,Smax,f1 330°, 14 m/s
$f_2 = h_{Au} + h_{Wi} + h_{Si} (+h_E) =$	0,99 m	-	2,00 m	- w10,Smax,f2 330°, 7 m/s

min. Freibord exponiertes Becken: 1,0 m (gem. DIN19700-14, Abs.4)

4.2. Freibord für maximale Windstärke (Windrichtung 270°)

Die Berechnungen beziehen sich auf das DVWK-Merkblatt 246, Freibordbemessung an Stauanlagen von 1997 und sind in Anlage 3 zusammengestellt.

Für den Fall maximale Windstärke (Windrichtung 270°) ergeben sich somit folgende notwendigen Soll-Freiborde f_1 und f_2 :

	SOLL	≤ !	IST	
$f_1 = h_{Au} + h_{Wi} (+h_E) =$	1,28 m	<<	1,78 m	OK! w10,Smax,f1 270°, 22 m/s
$f_2 = h_{Au} + h_{Wi} + h_{Si} (+h_E) =$	1,20 m	-	2,00 m	- w10,Smax,f2 270°, 11 m/s

min. Freibord exponiertes Becken: 1,0 m (gem. DIN19700-14, Abs.4)

5. Auswertung und Zusammenfassung

Die Berechnungen zeigen, dass der Freibord für die Windrichtung 270° maßgebend ist. Alle übrigen Windrichtungen ergaben geringere Werte für den Freibord. Die Berechnungsergebnisse für 270° sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

	BHQ ₁	BHQ ₂
Zufluss	1.000-jährl. Niederschlag (221 mm in 72 h)	10.000-jährl. NS (113 mm in 6 h, entspricht 1,30 m³/s)
Abfluss bei Z _s	0 m³/s	108 m³/s
Freibord SOLL	1,28 m	1,20 m
Freibord IST	1,78 m	2,00 m
Sicherheitszuschlag im Freibord enthalten	0 cm	50 cm
zusätzlicher Freibord	50 cm	80 cm

Tabelle 2: Zusammenstellung der Berechnungen für den Freibord bei maßgebender Windrichtung 270°

Es ist zu erkennen, dass der vorhandene Freibord in beiden Hochwasserbemessungsfällen deutlich größer ist als notwendig. Im BHQ_1 -Fall sind dies zusätzlich 50 cm, im BHQ_2 -Fall zusätzliche 80 cm. Dies stellt ein hohes Maß an zusätzlicher, weit über die Vorgaben aus DIN 19700 hinausgehender, realer Sicherheit für das Bauwerk dar. In jedem Fall können somit Extremniederschläge über Wochen und Monate hinweg zusätzlich in dem Becken zurückgehalten werden, ohne die Vorgaben aus der DIN 19700 (2004) zu überschreiten.



Anlagen

Anlage 1: Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags in Deutschland PEN-LAWA 2005)



Bund / Länder
Arbeitsgemeinschaft
Wasser
LAWA

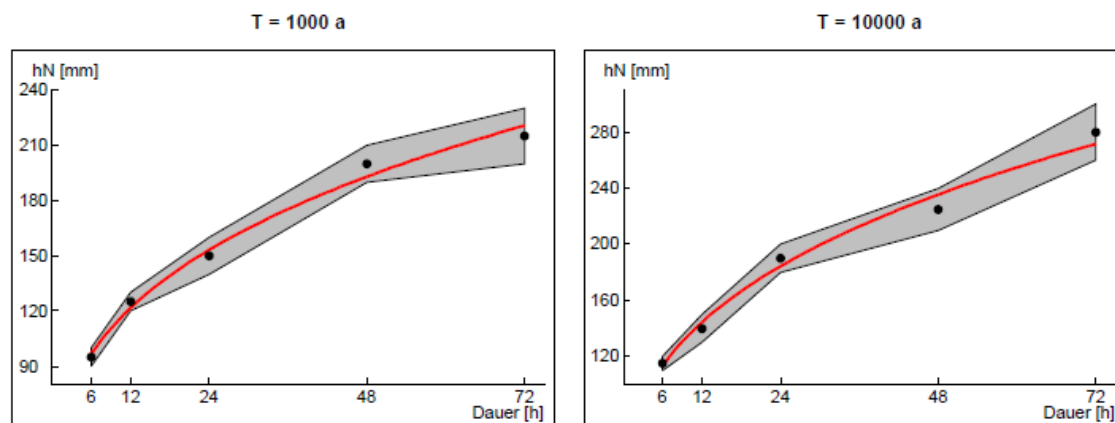
Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags in Deutschland PEN-LAWA 2005

Niederschlagshöhen

Rasterfeld: Spalte: 68 Zeile: 87

T	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000
D	von hN	hN	bis hN	ausgel. hN	von hN	hN	bis hN	ausgel. hN
6 h	90	95	100	97	110	115	120	113
12 h	120	125	130	122	130	140	150	144
24 h	140	150	160	153	180	190	200	184
48 h	190	200	210	193	210	225	240	235
72 h	200	215	230	221	260	280	300	272

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [h])
hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Berechnungswert mit 0,5 als Klassenfaktor(KF) = (OKG-UKG)*KF+UKG
von hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Untere Klassengrenze
bis hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Obere Klassengrenze
ausgel. hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Ausgleichsfunktion über Berechnungswert



- Klassenbereich, obere und untere Klassengrenze
• Berechnungswert = (OKG-UKG) * 0,5 + UKG
— ausgeglichen hN Ausgleichsfunktion über Berechnungswert



PEN-LAWA 2005 1.0.1 © 2006 • ITWH GmbH • Engelbosteler Damm 22 • D-30167 Hannover • www.itwh.de

Anlage 2: Berechnungen zum Freibord für maximale Streichlänge (Windrichtung 330°)

Freibordbemessung gem. DVWK-Merkblatt 246: Freibordbemessung an Stauanlagen, 1997

Speichersee ES Riedl

1. Begriffserklärung

Eingabe

$$\begin{aligned} f_1 &= h_{Au} + h_{Wf,f1} (+h_E) & (\text{für } BHQ_1) \\ f_2 &= h_{Au} + h_{Wf,f2} + h_{Si} (+h_E) & (\text{für } BHQ_2) \end{aligned} \quad Z_{\text{Krone, min.}} = \begin{matrix} Z_{+1} + f_1 \\ Z_{+2} + f_2 \end{matrix} \quad \text{maßgebend ist der größere der beiden Werte}$$

$$h_E \text{ [m]} = 0 \text{ (da Ein-/Auslauf unter dem Absenkziel)}$$

2. Maßgebende Windgeschwindigkeiten (aus Windgutachten)

Tabelle 7.2-1: Zu erwartende Extremwerte der Stundenmittel der Windgeschwindigkeit in m/s für Wiederkehrzeiträume von 2, 10, 25 und 50 Jahren.
Standort: Stauanlage PSW Oberbecken Riedl, 10 m über der Wasseroberfläche (Untersuchungspunkt P2).

Wiederkehrintervall in Jahren	Sektormitte ¹⁾ (Grad)												
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0-360 ³⁾
2	12	11	11	9	6	6	5	15	16	13	10	10	17
10	15	14	13	11	8	7	6	20	20	15	12	11	21
25	17	16	14	12	8	8	6	22	22	16	14	12	23
50	18	17	15	13	9	9	7	23	23	17	15	13	24

1) Die angegebenen Richtungen stellen jeweils die Sektormitte eines "übergreifenden 90-Grad-Sektors" dar: Z.B. beschreibt die Richtungsangabe "30°" die Sektormitte desjenigen 90-Grad-Sektors, der von 346 bis 75 Grad reicht; die Angabe "60°" den Richtungssektor 16 bis 105 Grad, usw..

$w_{10, Smax, f1}$ [m/s] =	14	(maximale Streichlänge auf höchsten Dammabschnitt: 330° maßgebend)
$w_{10, Smax, f2}$ [m/s] =	7	(gem. "Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen" [TMLNU, 2005]: $0.5 \cdot w_{25a}$)

3. Windstau

Pauschaler Ansatz möglich, da Vorraussetzungen gem. Tab. 7 erfüllt sind

$$h_{Wi,f1/f2} [m] = 0,05$$

Vergleichsrechnung mit Zuidersee-Formel

$$\begin{aligned} h_{Wi,f1} [m] &= 0,001 < 0,05 \text{ q.e.d} \\ h_{Wi,f2} [m] &= 0,000 < 0,05 \text{ q.e.d} \end{aligned}$$

4. Ermittlung der Wellenkennwerte für f_1 (Verfahren KRYLOW II)

tabellarsiche Bestimmung der mittleren Wellenhöhe $h_{We,i}$ [m] für zeichnerisch ermittelte Sektoren bei maximaler Streichlänge senkrecht zu Damm

$w_{10.Smax.f1}$ 330°, 14 m/s

Sektoren	Θ [°]	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	$h_{We,i}$ [m]	$a_i \times h_{We,i}^2$ [m²]
	0	0,00							
1			0,12	46	2,30	15	0,75	0,06	0,00040
	50	0,12							
2			0,12	345	17,27	20	1,00	0,15	0,00279
	65	0,24							
3			0,15	560	28,03	20	1,00	0,19	0,00566
	80	0,39							
4			0,22	645	32,28	20	1,00	0,21	0,00945
	100	0,61							
5			0,15	545	27,28	20	1,00	0,19	0,00552
	115	0,76							
6			0,12	395	19,77	20	1,00	0,16	0,00318
	130	0,88							
7			0,12	80	4,00	15	0,75	0,08	0,00069
	180	1,00							
							Mittlere Wellenhöhe h_{We} [m]		0,17

mittlere Wellenperiode $T_{we,f1}$

$$T_{wef1} [-] = 1,39$$

Wassertiefe am Absperrbauwerk d [m]	20
-------------------------------------	----

mittlere Wellenlänge $\lambda_{We,f1}$

$$l_{We f1} [m] = 3,04$$

Iteration (Zielwertsuche):		
kw _{f1}	0,0000	0,0!
kw _{f1}	3,0354	



5. Ermittlung der Wellenkennwerte für f_2 (Verfahren KRYLOW II)

tabellarsiche Bestimmung der mittleren Wellenhöhe $h_{We,i}$ [m] für zeichnerisch ermittelte Sektoren bei maximaler Streichlänge senkrecht zu Damm

W_{10,Smax,f2} 330°, 7 m/s

Sektoren	Θ [°]	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	$h_{We,i}$ [m]	$a_i \times h_{We,i}^2$ [m³]
	0	0,00							
1			0,12	46	9,21	15	3,00	0,03	0,00010
	50	0,12							
2			0,12	345	69,07	20	4,00	0,07	0,00065
	65	0,24							
3			0,15	560	112,11	20	4,00	0,09	0,00129
	80	0,39							
4			0,22	645	129,13	20	4,00	0,10	0,00215
	100	0,61							
5			0,15	545	109,11	20	4,00	0,09	0,00126
	115	0,76							
6			0,12	395	79,08	20	4,00	0,08	0,00074
	130	0,88							
7			0,12	80	16,02	15	3,00	0,04	0,00017
	180	1,00							
							Mittlere Wellenhöhe h_{We} [m]		0,08

mittlere Wellenperiode $T_{We,f2}$

$$T_{We,f2} [-] = 1,05$$

Wassertiefe am Absperrbauwerk d [m]	20
-------------------------------------	----

mittlere Wellenlänge $\lambda_{We,f2}$

$$l_{We,f2} \text{ [m]} = 1,71$$

Iteration (Zielwertsuche):		
kw _{f2}	0,0000	0,01
lw _{f2}	1,7101	

6. Charakter der bauwerksnahen Wellenbewegung

brandendes Wellenverhalten, da $n = 1$: 2

Böschungsrauheit $k_D \times k_R$

nach Tab. 5 1 (Asphalt)

Überschreitungswahrscheinlichkeit k_k für den Wellenauflauf

nach Tab. 6 2,4 (Erddamm, $x = 1\%$)

Wellenaufbau h_{AU} bei brandendem Wellenverhalten
$$h_{AU,f1} [m] = 0,85 w_{10,Smax,f1} 330^\circ, 14 \text{ m/s}$$
$$h_{AU,f2} [m] = 0,44 \text{ w10,Smax,f2 } 330^\circ, 7 \text{ m/s}$$

7. Sicherheitszuschlag (nur für f_2)

$$h_{Si} [m] = 0,50 \text{ (DIN19700-11, Abs.4)}$$

Anlage 3: Berechnung zum Freibord für maximale Windstärke (Windrichtung 270°)

Freibordbemessung gem. DVWK-Merkblatt 246: Freibordbemessung an Stauanlagen, 1997

Speichersee ES Riedl

1. Begriffserklärung

Eingabe

$$\begin{array}{ll} f_1 = h_{Au} + h_{Wf1} (+h_E) & \text{(für BHZ}_1\text{)} \\ f_2 = h_{Au} + h_{Wf2} + h_{Si} (+h_E) & \text{(für BHZ}_2\text{)} \end{array} \quad \begin{array}{ll} Z_{\text{krone, min.}} = & \begin{array}{l} Z_{H1} + f_1 \\ Z_{H2} + f_2 \end{array} \end{array} \quad \text{maßgebend ist der größere der beiden Werte}$$

$h_E \text{ [m]} = 0$ (da Ein-/Auslauf unter dem Absenckziel)

2. Maßgebende Windgeschwindigkeiten (aus Windgutachten)

Tabelle 7.2-1: Zu erwartende Extremwerte der Stundenmittel der Windgeschwindigkeit in m/s für Wiederkehrzeiträume von 2, 10, 25 und 50 Jahren.
Standort: Stauanlage PSW Oberbecken Riedl, 10 m über der Wasseroberfläche (Untersuchungspunkt P2).

Wiederkehrintervall in Jahren	Sektormitte ¹⁾ (Grad)												
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0-360 ³⁾
2	12	11	11	9	6	6	5	15	16	13	10	10	17
10	15	14	13	11	8	7	6	20	20	15	12	11	21
25	17	16	14	12	8	8	6	22	22	16	14	12	23
50	18	17	15	13	9	9	7	23	23	17	15	13	24

1) Die angegebenen Richtungen stellen jeweils die Sektormitte eines "übergreifenden 90-Grad-Sektors" dar: Z.B. beschreibt die Richtungsangabe "30°" die Sektormitte desjenigen 90-Grad-Sektors, der von 346 bis 75 Grad reicht; die Angabe "60°" den Richtungssektor 16 bis 105 Grad, usw..

$w_{10, Smax, f1}$ [m/s] = **22** (max. Windgeschwindigkeit 270° maßgebend - siehe Berechnungen bei 330°, max. Streichlänge)

$w_{10, Smax, f2}$ [m/s] = **11** (gem. "Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen" [TMLNU, 2005]: $0,5 \cdot w_{25a}$)

3. Windstau

Pauschaler Ansatz möglich, da Vorraussetzungen gem. Tab. 7 erfüllt sind

$$h_{Wi,f1/f2} [m] = 0,05$$

Vergleichsrechnung mit Zuidersee-Formel

$$h_{w_i, f1} \text{ [m]} = 0,003 < 0,05 \text{ q.e.d}$$

$$h_{w_{i,f2}} [m] = 0,001 < 0,05 \text{ q.e.d}$$

4. Ermittlung der Wellenkennwerte für f_1 (Verfahren KRYLOW II)

tabellarsiche Bestimmung der mittleren Wellenhöhe $h_{w_{0,i}}$ [m] für zeichnerisch ermittelte Sektoren bei maximaler Streichlänge senkrecht zu Damm

W_{10,Smax,f1} 270°, 22 m/s

Sektoren	Θ [°]	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	h_{Wej} [m]	$a_i \times h_{Wej}^2$ [m²]
	0	0,00							
1			0,03	70	1,42	15	0,30	0,11	0,00036
	30	0,03							
2			0,13	290	5,88	20	0,41	0,22	0,00642
	55	0,16							
3			0,23	435	8,82	20	0,41	0,27	0,01756
	80	0,39							
4			0,22	470	9,53	20	0,41	0,28	0,01780
	100	0,61							
5			0,23	410	8,31	20	0,41	0,27	0,01658
	125	0,84							
6			0,13	260	5,27	20	0,41	0,21	0,00577
	150	0,97							
7			0,03	70	1,42	15	0,30	0,11	0,00036
	180	1,00							
							Mittlere Wellenhöhe h_{We} [m]		0,25

mittlere Wellenperiode $T_{we,f1}$

$$T_{wef1} [-] = 1,62$$

Wassertiefe am Absperrbauwerk d [m] 20

mittlere Wellenlänge $\lambda_{\text{We},f1}$

$$l_{We,f1} [m] = 4,12$$

Iteration (Zielwertsuche):		
kw_{f1}	0,0000	0,0!
lw_{f1}	4,1214	

5. Ermittlung der Wellenkennwerte für f_2 (Verfahren KRYLOW II)

tabellarsiche Bestimmung der mittleren Wellenhöhe $h_{We,i}$ [m] für zeichnerisch ermittelte Sektoren bei maximaler Streichlänge senkrecht zu Damm

W_{10,Smax,f2} 270°, 11 m/s

Sektoren	Θ [°]	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	$h_{We,i}$ [m]	$a \times h_{We,i}^2$ [m²]
	0	0,00							
1			0,03	70	5,68	15	1,22	0,06	0,00009
	30	0,03							
2			0,13	290	23,51	20	1,62	0,11	0,00154
	55	0,16							
3			0,23	435	35,27	20	1,62	0,13	0,00417
	80	0,39							
4			0,22	470	38,10	20	1,62	0,14	0,00422
	100	0,61							
5			0,23	410	33,24	20	1,62	0,13	0,00394
	125	0,84							
6			0,13	260	21,08	20	1,62	0,10	0,00139
	150	0,97							
7			0,03	70	5,68	15	1,22	0,06	0,00009
	180	1,00							
							Mittlere Wellenhöhe h_{We} [m]		0,12

mittlere Wellenperiode $T_{We,f2}$

$$T_{We,f2} [-] = 1,23$$

Wassertiefe am Absperrbauwerk d [m]	20
-------------------------------------	----

mittlere Wellenlänge $\lambda_{we,f2}$

$$l_{We,f2} [m] = 2,38$$

Iteration (Zielwertsuche):		
kw _{f2}	0,0000	0,01
lw _{f2}	2,3757	

6. Charakter der bauwerksnahen Wellenbewegung

brandendes Wellenverhalten, da $n = 1$: 2

Böschungsrauheit $k_D \times k_R$

nach Tab. 5 1 (Asphalt)

Überschreitungswahrscheinlichkeit k_k für den Wellenauflauf

nach Tab. 6 2,4 (Erddamm, $x = 1\%$)

Wellenaufbau h_{AU} bei brandendem Wellenverhalten
$$h_{AU,f1} [m] = 1,23 \text{ w10,Smax,f1 } 270^\circ, 22 \text{ m/s}$$
$$h_{AU,f2} [m] = 0,65 \text{ w10,Smax,f2 } 270^\circ, 11 \text{ m/s}$$

7. Sicherheitszuschlag (nur für f_2)

$h_{Si} [m] = 0,50$ (DIN19700-11, Abs.4)