

ENERGIESPEICHER RIEDL

DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN
AKTIENGESELLSCHAFT

Planfeststellungsverfahren
Technischer Bericht



Speichersee Freibordberechnungen



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.:			Aufstellungsplatz:			Bl. von Bl.		
							+		
Unterlagennummer									
SKS		Projekt-Nr.		Ersteller		Zählteil		KKS	
Vorzeichen	S1	S2	S3	Gliederungszeichen	Dokumententyp	Nummer	Blattnummer	Funktion/ Bauwerk	Aggregat/ Raum
							GA		
							F0	F1	F2
							F3		
							FN	A1	A2
								AN	A3
									Vorzeichen

* A A A ~ A N N N / A A A A A N / A N N N N N / N N / A A A = N N A A A N N A A A N N N A & A A A A N N N

* J E S - A 0 0 1 - P E R M 1 - B 2 3 0 0 1 - 0 0 - A F E



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.

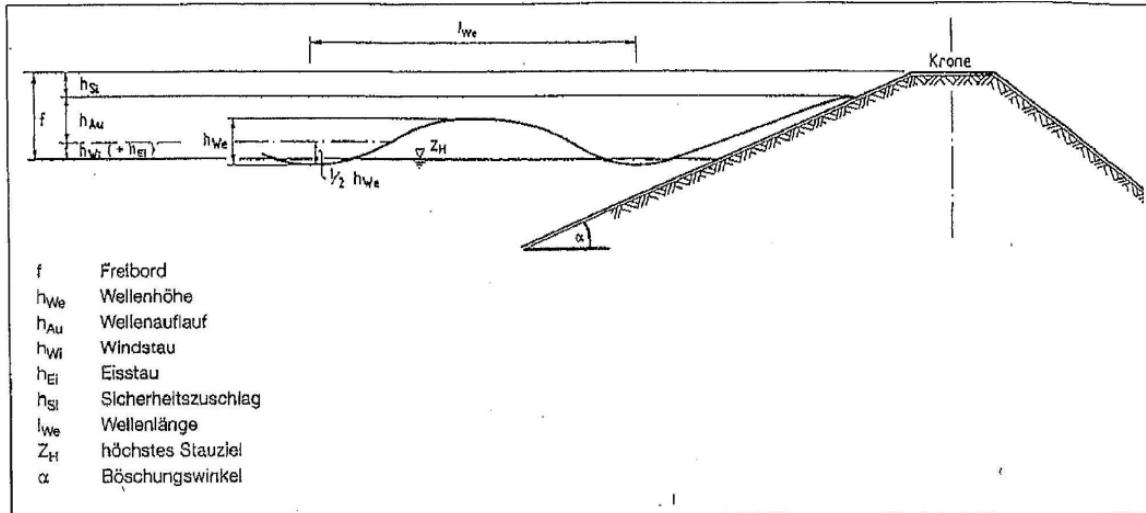


Abbildung 1: Definitionsskizze zum Freibord für Staudämme (aus DVWK-Merkblatt 246/1997)

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.

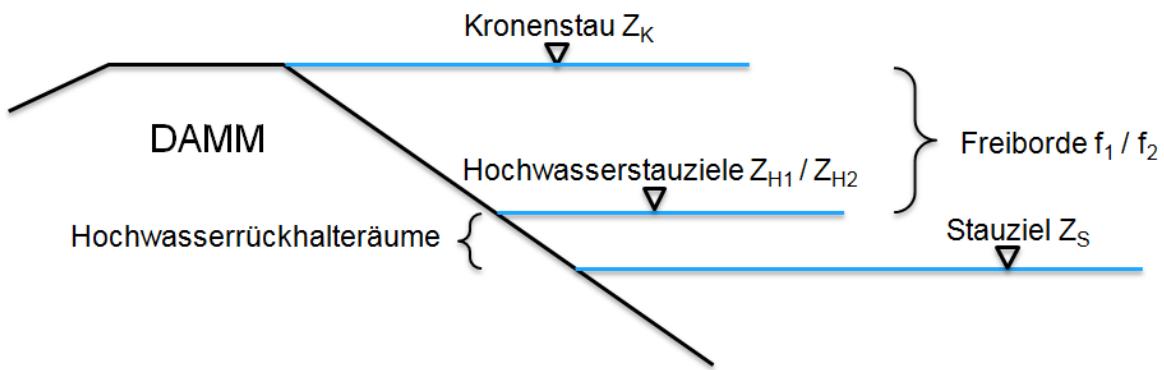


Abbildung 2: Stauziele

Im Hochwasserbemessungsfall BHQ_1 setzt sich der Freibord f_1 zusammen aus Wellenauflauf 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 Wasserfläche ermittelt. Der Aufstau durch Eis spielt beim vorhandenen Einlaufbauwerk keine Rolle.

$$\underline{BHQ_1:} \quad f_1 = h_{Au} + h_{Wi,f1} + (h_{Ei})$$

Im Hochwasserbemessungsfall BHQ_2 setzt sich das Freibord f_2 zusammen aus Wellenauflauf 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 BHQ_1 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 BHQ_2 dürfen gem. DIN 19700 Teil 11 alle Grundablässe, Betriebsauslände 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°.

Wieder-kehrintervall 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 BHQ_1 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 BHQ_1 keine Entlastungsorgane angesetzt werden dürfen, liegt das Hochwasserstauziel Z_{H1} um 22,1 cm über dem bestehenden Z_S .

Für BHQ_2 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 BHQ_2 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 BHQ_1 somit 1,78 m. Im Falle BHQ_2 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	
$f_1 = h_{Au} + h_{Wi} (+h_{Ei}) =$ 0,90 m	<<	1,78 m	OK! w10,Smax,f1 330°, 14 m/s
$f_2 = h_{Au} + h_{Wi} + h_{Si} (+h_{Ei}) =$ 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	
$f_1 = h_{Au} + h_{Wi} (+h_{Ei}) =$ 1,28 m	<<	1,78 m	OK! w10,Smax,f1 270°, 22 m/s
$f_2 = h_{Au} + h_{Wi} + h_{Si} (+h_{Ei}) =$ 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 m ³ /s)
Abfluss bei Z _S	0 m ³ /s	108 m ³ /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 BHQ₁-Fall sind dies zusätzlich 50 cm, im BHQ₂-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])

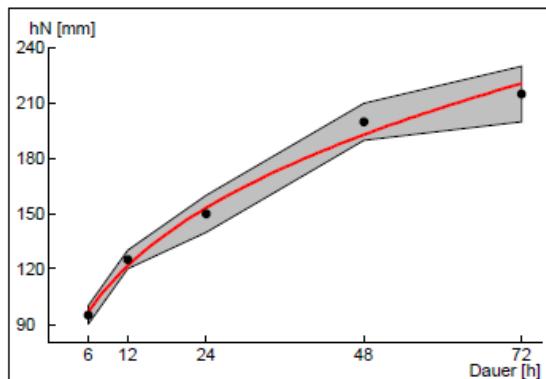
hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Berechnungswert mit 0,5 als Klassenfaktor(KF) = (OKG-UKG)*KF+UKG

von hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Untere Klassengrenze

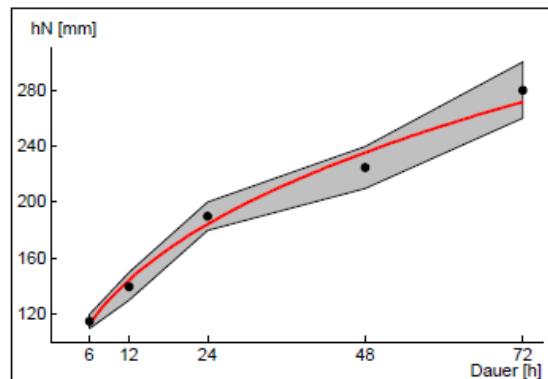
bis hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Obere Klassengrenze

ausgel. hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Ausgleichsfunktion über Berechnungswert

T = 1000 a



T = 10000 a



■ Klassensbereich, obere und untere Klassengrenze

● Berechnungswert = (OKG-UKG) * 0,5 + UKG

— ausglichen hN Ausgleichsfunktion über Berechnungswert

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

$$f_1 = h_{Au} + h_{Wi,f1} (+h_E) \quad (\text{für BHQ}_1)$$

$$f_2 = h_{Au} + h_{Wi,f2} + h_{Si} (+h_E) \quad (\text{für BHQ}_2)$$

$$Z_{Krone, min.} = \begin{cases} Z_{H1} + f_1 \\ Z_{H2} + f_2 \end{cases} \quad \text{maßgebend ist der größere der beiden Werte}$$

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

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 Wasserfläche (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.

$$w_{10,Smax,f1} [m/s] = 14 \quad (\text{maximale Streichlänge auf höchsten Dammabschnitt: } 330^\circ \text{ maßgebend})$$

$$w_{10,Smax,f2} [m/s] = 7 \quad (\text{gem. "Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen" [TMLNU, 2005]: } 0,5 \cdot w_{25a})$$

3. Windstau

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

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

Vergleichsrechnung mit Zuidersee-Formel

$$h_{Wi,f1} [m] = 0,001 < 0,05 \quad \text{q.e.d}$$

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

tabellarische Bestimmung der mittleren Wellenhöhe $h_{We,i} [m]$ für zeichnerisch ermittelte Sektoren

bei maximaler Streichlänge senkrecht zu Damm

$$w_{10,Smax,f1} \ 330^\circ, 14 \text{ m/s}$$

Sektoren	$\Theta [^\circ]$	a_i^*	a_i	$S_i [m]$	$S_i^* [m]$	$d_i [m]$	$d_i^* [m]$	$h_{We,i} [m]$	$a_i \cdot h_{We,i}^2 [m^2]$
	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 $T_{We,f1}$

$$T_{We,f1} [-] = 1,39$$

Wassertiefe am Absperrbauwerk $d [m]$ 20

mittlere Wellenlänge $l_{We,f1}$

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

Iteration (Zielwertsuche):	
kw_{f1}	0,0000
w_{f1}	3,0354



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

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

$w_{10,Smax,f2} 330^\circ, 7 \text{ m/s}$

Sektoren	$\Theta [^\circ]$	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	$h_{We,i}$ [m]	$a_i \times h_{We,i}^2$ [m ²]
	0	0,00							
1	50	0,12	0,12	46	9,21	15	3,00	0,03	0,00010
2	65	0,24		345	69,07	20	4,00	0,07	0,00065
3	80	0,39		560	112,11	20	4,00	0,09	0,00129
4	100	0,61		645	129,13	20	4,00	0,10	0,00215
5	115	0,76		545	109,11	20	4,00	0,09	0,00126
6	130	0,88		395	79,08	20	4,00	0,08	0,00074
7	180	1,00		80	16,02	15	3,00	0,04	0,00017
								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 $l_{We,f2}$

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

Iteration (Zielwertsuche):		
kW_{f2}	0,0000	0,0!
hW_{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 kk für den Wellenauflauf

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

Wellenauflauf 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 $w_{10,Smax,f2} 330^\circ, 7 \text{ m/s}$

7. Sicherheitszuschlag (nur für f_2)

h_{SI} [m] = 0,50 (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

$$f_1 = h_{Au} + h_{Wi,f1} \quad (\text{für BHQ}_1) \quad Z_{\text{Krone, min.}} = \frac{Z_{H1} + f_1}{Z_{H2} + f_2} \quad \text{maßgebend ist der größere der beiden Werte}$$

$$f_2 = h_{Au} + h_{Wi,f2} + h_{Si} \quad (\text{für BHQ}_2)$$

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

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 Wasserfläche (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.

$W_{10,Smax,f1} \text{ [m/s]} = 22$ (max. Windgeschwindigkeit 270° maßgebend - siehe Berechnungen bei 330°, max. Streichlänge)
 $W_{10,Smax,f2} \text{ [m/s]} = 11$ (gem. "Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen" [TMLNU, 2005]: 0,5 * w_{25a})

3. Windstau

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

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

Vergleichsrechnung mit Zuiderssee-Formel

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

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

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

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

$W_{10,Smax,f1} \text{ 270°, 22 m/s}$

Sektoren	$\Theta \text{ [°]}$	a_i^*	a_i	$S_i \text{ [m]}$	$S_i^* \text{ [m]}$	$d_i \text{ [m]}$	$d_i^* \text{ [m]}$	$h_{We,i} \text{ [m]}$	$a_i \times h_{We,i}^2 \text{ [m}^2]$
	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 $h_{We} \text{ [m]}$	0,25

mittlere Wellenperiode $T_{We,f1}$

$T_{We,f1} \text{ [-]} = 1,62$

Wassertiefe am Absperrbauwerk $d \text{ [m]} = 20$

mittlere Wellenlänge $l_{We,f1}$

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

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



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

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

$w_{10,Smax,f2} 270^\circ, 11 \text{ m/s}$

Sektoren	$\Theta [^\circ]$	a_i^*	a_i	S_i [m]	S_i^* [m]	d_i [m]	d_i^* [m]	$h_{We,i}$ [m]	$a_i \times h_{We,i}^2$ [m ²]
	0	0,00							
1	30	0,03	0,03	70	5,68	15	1,22	0,06	0,00009
2	55	0,16	0,13	290	23,51	20	1,62	0,11	0,00154
3	80	0,39	0,23	435	35,27	20	1,62	0,13	0,00417
4	100	0,61	0,22	470	38,10	20	1,62	0,14	0,00422
5	125	0,84	0,23	410	33,24	20	1,62	0,13	0,00394
6	150	0,97	0,13	260	21,08	20	1,62	0,10	0,00139
7	180	1,00	0,03	70	5,68	15	1,22	0,06	0,00009
								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 $l_{We,f2}$

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

Iteration (Zielwertsuche):		
kW_{f2}	0,0000	0,0!
hW_{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 kk für den Wellenauflauf

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

Wellenauflauf h_{AU} bei brandendem Wellenverhalten

$h_{AU,f1}$ [m] = 1,23 w10,Smax,f1 270°, 22 m/s

$h_{AU,f2}$ [m] = 0,65 w10,Smax,f2 270°, 11 m/s

7. Sicherheitszuschlag (nur für f_2)

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

