

## Anlage 16

### Neubewilligung Nordharzverbundsystem

Bericht:

Neuberechnung des Hochwasserstauziels  
nach Betriebsplan Variante\_A gemäß DIN 19700  
für die Okertalsperre

Hildesheim, den 21.09.2015

Dipl.-Ing. Lisa Unger

Harzwasserwerke GmbH  
Nikolaistr. 8  
31137 Hildesheim



# **Okertalsperre**

## **Neuberechnung des Hochwasserstauziels gemäß DIN 19700**

nach Betriebsplan Variante\_A  
voraussichtlich gültig ab 01.01.2018

Hildesheim, den 21. September 2015

**Abteilung Wasserwirtschaft**  
Dipl.-Ing. Lisa Unger

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung .....	1
2 Randbedingungen .....	1
3 Bemessungszuflüsse .....	2
4 Retentionsberechnungen .....	3
4.1 Berechnung.....	3
4.2 Berechnungsergebnisse $Z_{H1}$ und $Z_{H2}$ .....	4
4.3 Einhaltung des Freibord.....	5
5 Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraumes ( $BHQ_3$ ).....	6
5.1 Berechnung.....	6
5.2 Berechnungsergebnisse $BHQ_3$ .....	6
5.3 Weitere Lastfälle ( $HQ_{10}$ , $HQ_{20}$ , $HQ_{50}$ , $HQ_{EX}$ ).....	7
6 Zusammenfassung/Bewertung .....	8
7 Quellenverzeichnis .....	9
8 Anlagenverzeichnis .....	9

## 1 Veranlassung

Mit der Aufstellung der Antragsunterlagen für das Neubewilligungsverfahren Nordharzverbundsystem wurden für die Okertalsperre verschiedene Betriebsplanvarianten entwickelt. Mit dem vorliegenden Bericht wird der Nachweis der Hochwassersicherheit für die Vorzugsvariante „Betriebsplan Variante\_A“ geführt.

Im Jahr 2013 wurden vom Institut für Wassermanagement IfW GmbH Zuflussganglinien der Okertalsperre für Jährlichkeiten von  $T = 1$  bis 10.000 Jahren und Niederschlagsdauerstufen von  $t = 1$  bis 72 Stunden anhand des Niederschlag-Abfluss-Modells „PANTA RHEI“ ermittelt [1].

Die Okertalsperre ist gemäß DIN 19700 in der Talsperrenklasse 1 einzustufen. Demzufolge ist im Hochwasserbemessungsfall 1 ein 1.000-jährliches Ereignis und im Hochwasserbemessungsfall 2 ein 10.000-jährliches Hochwasser anzusetzen.

## 2 Randbedingungen

Einzugsgebietsgröße (Okertalsperre)	85	km <sup>2</sup>
Mittl. Jahresabflusssumme (1981 - 2010)	75,8	Mio. m <sup>3</sup>

**Tabelle 1: Stauziele der Okertalsperre nach DIN 19700 Betriebsplan Variante\_A**

Stauniveau	Kürzel	Höhe [mNN]	Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]
Kronenstau ohne Brüstungsmauer	Z <sub>K1</sub>	418,00	50,64
Kronenstau mit Brüstungsmauer	Z <sub>K2</sub>	419,55	-
Vollstau	Z <sub>V</sub>	416,60	46,85
Stauziel	Z <sub>S</sub>	414,28	41,85
Absenkziel	Z <sub>A</sub>	383,17	5,00
Tiefstes Absenkziel	Z <sub>T</sub>	358,00	0,05

Als Entnahmeanlagen dienen bei der Okertalsperre ein Grund- und ein Betriebsauslass. Der Grundablass weist bei Vollstau eine Leistungsfähigkeit von 16 m<sup>3</sup>/s auf. Über den Betriebsauslass können 7 m<sup>3</sup>/s abgegeben werden.

Die Hochwasserentlastungsanlage (HWE) der Okertalsperre besteht aus zwei Gruppen von je vier Hebern mit einer maximalen Leistung von 15 m<sup>3</sup>/s pro Heber. Die Überlaufschwelle für zwei Heber befindet sich auf der Höhe von 416,60 mNN, für die restlichen sechs Heber auf einer Höhe von 416,70 mNN. Im regulären Betriebszustand sind die Heber belüftet, wodurch die Abflussleistung auf 50 % reduziert ist. Um die volle Leistung der HWE (30 m<sup>3</sup>/s bei Vollstau und 120 m<sup>3</sup>/s bei 10 cm über Vollstau) zu aktivieren, müssen die Belüftungsventile an den einzelnen Hebern manuell geschlossen werden.

### 3 Bemessungszuflüsse

Die von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien zur Okertalsperre für ein 1.000-jährliches und ein 10.000-jährliches Niederschlagsereignis für die Niederschlagsdauern von  $t = 1$  bis 72 Stunden sind in Abb. 1 dargestellt.

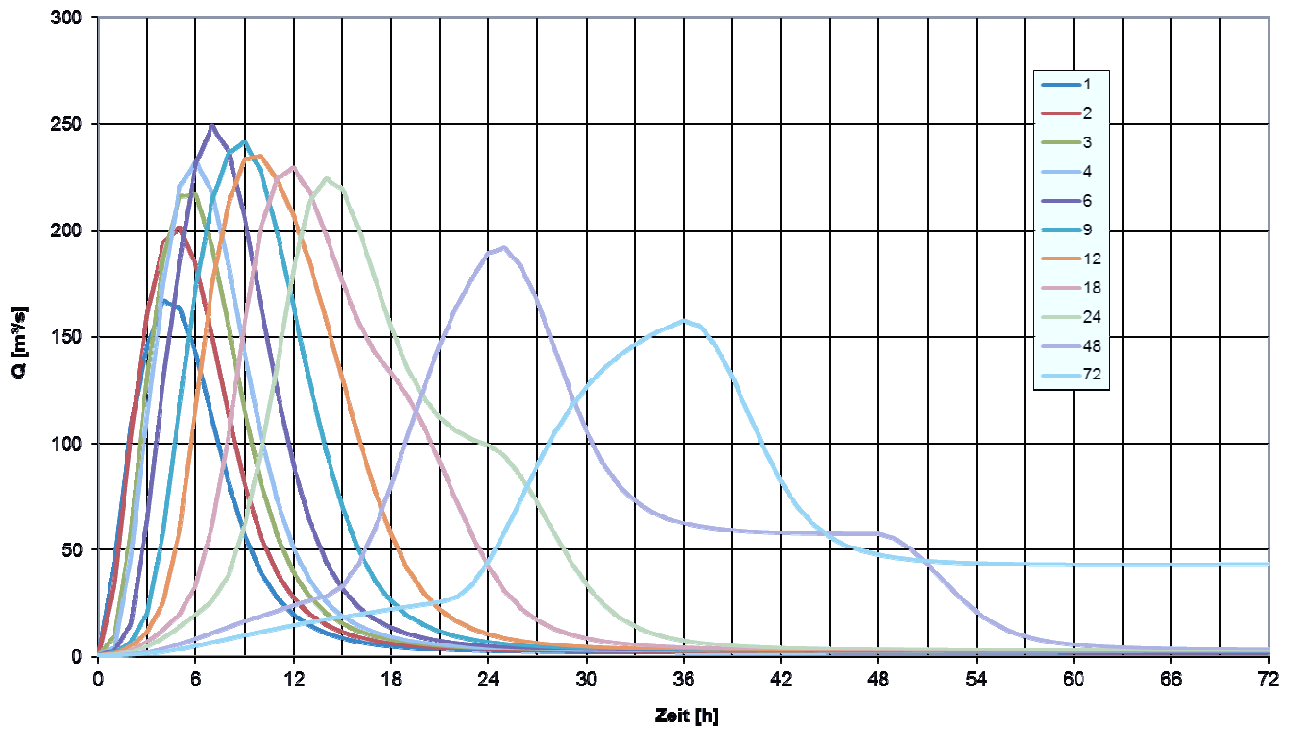
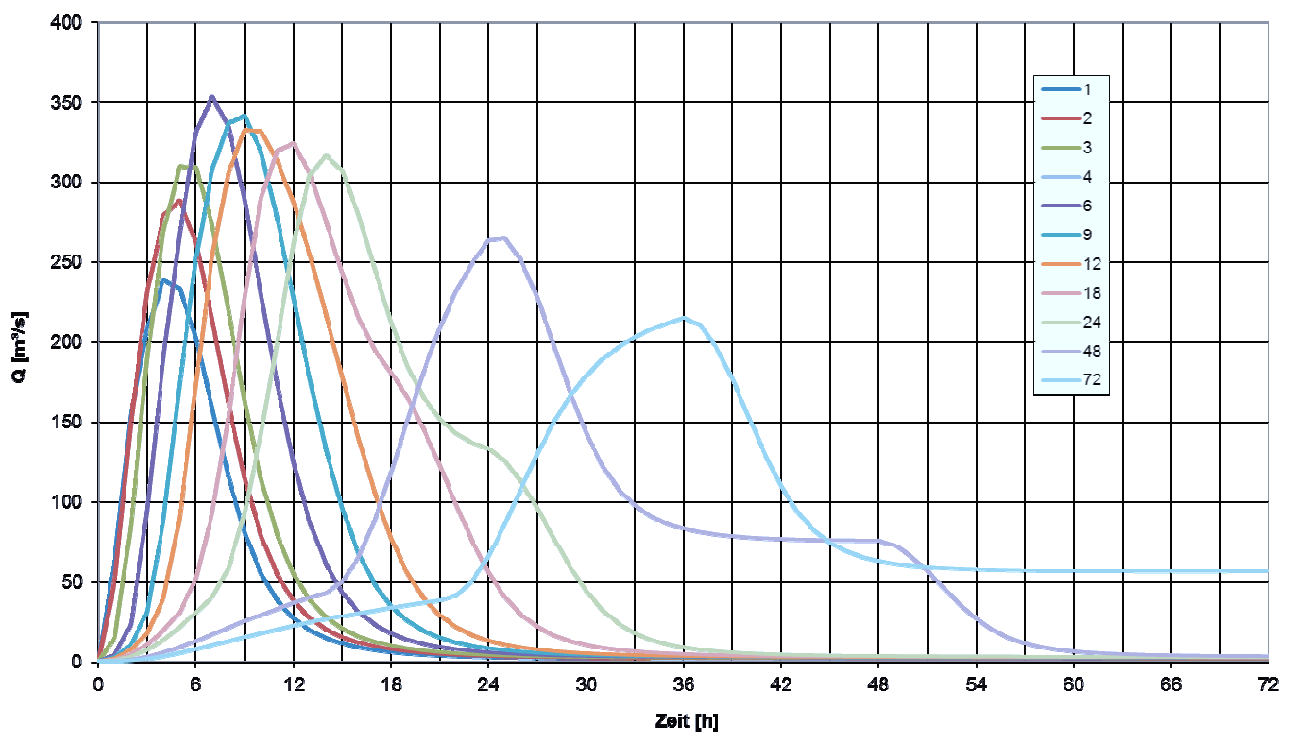


Abb. 1: Zufluss zur Okertalsperre, T = 1.000 Jahre oben, T = 10.000 Jahre unten



## 4 Retentionsberechnungen

### 4.1 Berechnung

Die in Abb. 1 dargestellten Talsperrenzuflussganglinien wurden herangezogen, um die Speicherfüllung der Okertalsperre bei extremen Hochwasserabflüssen zu simulieren. Dabei wurde gemäß DIN 19700 das Stauziel des Betriebsplans Variante\_A von 414,28 mNN als Anfangsfüllstand angesetzt.

Die Berechnung wurde mit den gemäß Betriebsplan Variante\_A vorgesehenen Abgabemellern durchgeführt (Abb.2). Der Bereich der flexiblen Lamelle wurde für die Berechnung gleichmäßig in drei Lamellen mit den Abgaben von 1,5 m<sup>3</sup>/s, 2,75 m<sup>3</sup>/s und 4,0 m<sup>3</sup>/s eingeteilt.

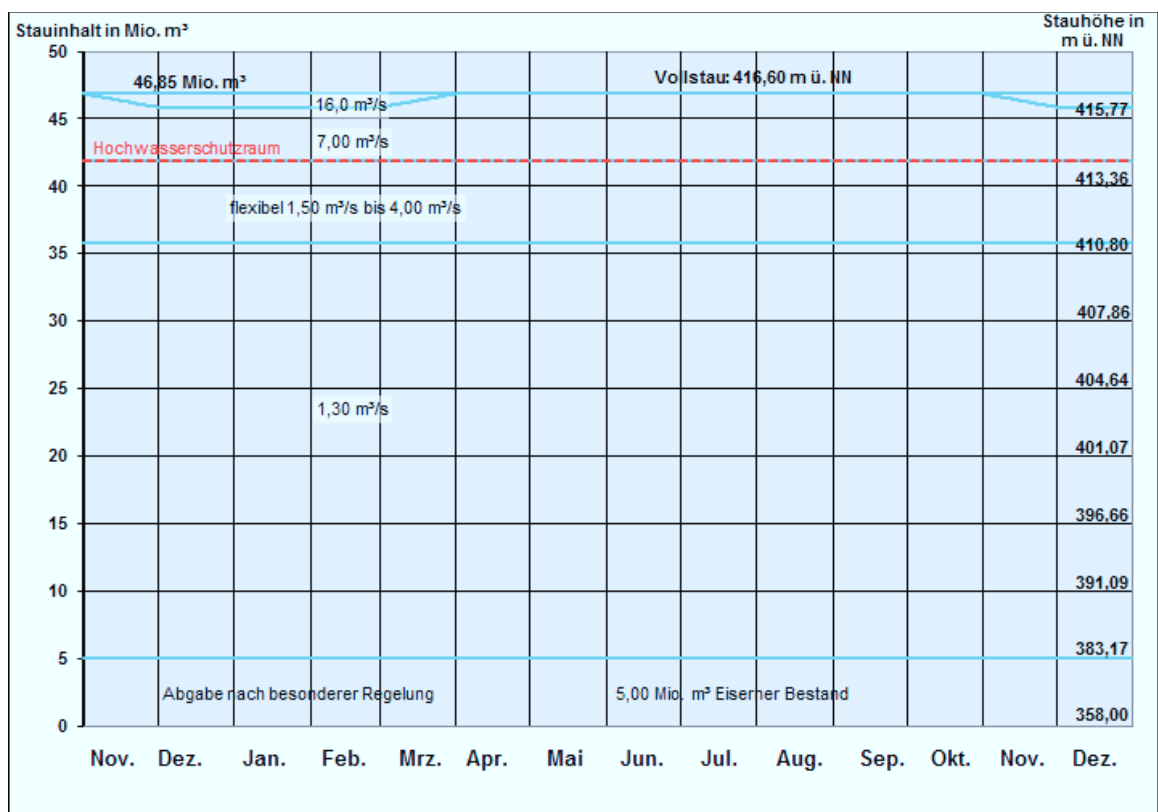


Abb. 2: Okertalsperre Betriebsplan Variante\_A

Bei der Berechnung des Hochwasserstauziels im Bemessungsfall 1 ( $Z_{H1}$ ) wurde gemäß der (n-1) - Regel der DIN 19700 die Entlastungsmöglichkeit über den Grundablass bei der Vor- und Parallelentlastung ausgenommen. Da über den Betriebsauslass maximal 7,0 m<sup>3</sup>/s abgegeben werden können, ist die Hochwasserstauzielberechnung für diesen Bemessungsfall für den Sommer- und den Winterbetrieb identisch.

Die Hochwasserentlastungsanlage wurde entsprechend DIN19700 in beiden Fällen als wirksam angenommen und von einem unbelüfteten Betrieb der Heber ausgegangen.

Eine Notentlastung wurde nicht berücksichtigt.

## 4.2 Berechnungsergebnisse $Z_{H1}$ und $Z_{H2}$

Die Retentionsberechnungen zeigen, dass beim Bemessungsfall 1 der 12-Stunden Niederschlag das maßgebende Ereignis ist, das zum höchsten Einstau der Talsperre führt. Beim Bemessungsfall 2 führt der 18-Stunden Niederschlag jeweils zum höchsten Einstau (Tabelle 2).

**Tabelle 2: maximale Einstauhöhe in mNN**

Bemessungsregen	Bemessungsfall 1	Bemessungsfall 2	
	Winter und Sommer (n-1)	Winter	Sommer
1 h	416,03	416,60	416,61
2 h	416,43	416,71	416,72
3 h	416,60	416,81	416,82
4 h	416,66	416,94	416,95
6 h	416,72	417,15	417,16
9 h	416,76	417,33	417,34
12 h	<b>416,85</b>	417,47	417,48
18 h	416,84	<b>417,48</b>	<b>417,49</b>
24 h	416,81	417,42	417,43
48 h	416,84	417,43	417,42
72 h	416,82	417,34	417,35

Für die Okertalsperre ergeben sich bei einer Bewirtschaftung gemäß Betriebsplan Variante\_A folgende Hochwasserstauziele:

### Winterbetrieb

**Hochwasserbemessungsfall 1:  $Z_{H1} = 416,85$  mNN**

**Hochwasserbemessungsfall 2:  $Z_{H2} = 417,48$  mNN**

### Sommerbetrieb

**Hochwasserbemessungsfall 1:  $Z_{H1} = 416,85$  mNN**

**Hochwasserbemessungsfall 2:  $Z_{H2} = 417,49$  mNN**

In Tabelle 3 sind die entsprechenden Stauinhalte, Zuflüsse und Abgaben aufgeführt. Die zugehörigen Grafiken sind den Anlagen 1 bis 3 dieses Berichtes zu entnehmen.

**Tabelle 3: Retentionsberechnung Okertalsperre**

T [a]	Ereignis	Betrieb	Z <sub>H</sub> [mNN]	Max. S [Mio. m <sup>3</sup> ]	Max. Q <sub>zu</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>ab</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Grafik
1.000	12h-Regen	Winter und Sommer (n-1)	416,85	47,43	235,0	127,0	Anlage 1
10.000	18h-Regen	Winter	417,48	49,16	324,2	143,0	Anlage 2
		Sommer	417,49	49,19	324,2	143,0	Anlage 3

#### 4.3 Einhaltung des Freibord

Gemäß DIN 19700 ist im Hochwasserbemessungsfall 1 der Freibord  $f_1$  und im Hochwasserbemessungsfall 2 der Freibord  $f_2$  einzuhalten.

Für die Okertalsperre wurde entsprechend DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“ folgender Freibord ermittelt [3]:

Hochwasserbemessungsfall 1: **Erf.  $f_1 = 0,67$  m** (Windstau +Wellenauflauf)

Hochwasserbemessungsfall 2: **Erf.  $f_2 = 0,97$  m** (Windstau +Wellenauflauf+ Sicherheitszuschlag)

Tabelle 4 zeigt den vorhandenen Freibord oberhalb der neu ermittelten Stauziele  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$  mit und ohne Berücksichtigung der Brüstungsmauer auf der Staumauer.



**Tabelle 4: Freibordnachweis**

T [a]	Ereignis	Betrieb	Z <sub>H</sub> [mNN]	Erf. Freibord [m]	Vorh. Freibord ohne Brüstungsmauer [m]	Vorh. Freibord mit Brüstungsmauer [m]
1.000	12h- Regen	Winter und Sommer (n-1)	416,85	0,67	1,15	2,70
10.000	18h- Regen	Winter	417,48	0,97	<u>0,52</u>	2,07
		Sommer	417,49	0,97	<u>0,51</u>	2,06

## 5 Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraumes (BHQ<sub>3</sub>)

### 5.1 Berechnung

Im Hochwasserbemessungsfall 3 wird gemäß DIN 19700 die Hochwasserschutzwirkung für das Unterliegergebiet einer Talsperre, welche durch gezielte Hochwasserrückhaltung im gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum der Talsperre erreicht wird, ermittelt.

Für die Ermittlung der Hochwasserschutzwirkung der Okertalsperre wurden Retentionsberechnungen (vgl. Kapitel 4.1) mit den von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien des 12h-Niederschlagsereignisses [1] durchgeführt und geprüft, welches Zuflussereignis ohne Überschreitung der obersten Abgabelamelle gemäß Betriebsplan, also bei einer Einhaltung der Maximalabgabe von 7 m<sup>3</sup>/s im Sommer und von 16 m<sup>3</sup>/s im Winter, beherrscht werden kann.

### 5.2 Berechnungsergebnisse BHQ<sub>3</sub>

Für die Okertalsperre ergibt sich nach der Berechnung gem. Kapitel 5.1 folgende Hochwasserschutzwirkung:

#### Winterbetrieb

**Hochwasserbemessungsfall 3:**

$$\text{BHQ}_3 = \text{HQ}_{100}$$

#### Sommerbetrieb

**Hochwasserbemessungsfall 3:**

$$\text{BHQ}_3 = \text{HQ}_{100}$$

In Tabelle 5 sind die entsprechenden Stauinhalte sowie die maximalen Zuflüsse und Abgaben aufgeführt. Die zugehörigen Grafiken sind Anlage 4 und 5 dieses Berichtes zu entnehmen.

**Tabelle 5: BHQ<sub>3</sub> Okertalsperre**

T	Ereignis	Betrieb	Max. Z <sub>H</sub> [mNN]	Max. S [Mio. m <sup>3</sup> ]	Max. Q <sub>zu</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>ab</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>GA+BA</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>HWE</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Grafik
100	12h-Regen	Winter	416,33	46,26	142,01	16,0	16,0	0,0	Anlage 4
100	12h-Regen	Sommer	416,42	46,46	142,01	7,0	7,0	0,0	Anlage 5

### 5.3 Weitere Lastfälle (HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>50</sub>, HQ<sub>EX</sub>)

Zusätzlich wurde für die Lastfälle HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>50</sub> und HQ<sub>EX</sub> (1,3 \* HQ<sub>100</sub>) eine Retentionsberechnung (vgl. Kap. 4.1) jeweils mit einer Bewirtschaftung nach Sommer- und Winterbetrieb durchgeführt. Dazu wurde jeweils die von der IfW GmbH ermittelte Zuflussganglinie des 12h-Niederschlagsereignisses betrachtet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

**Tabelle 6: Retentionsberechnung Okertalsperre, weitere Lastfälle**

T [a]	Ereignis	Betrieb	Max. Z <sub>H</sub> [mNN]	Max. S [Mio. m <sup>3</sup> ]	Max. Q <sub>zu</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>ab</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>GA+BA</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Max. Q <sub>HWE</sub> [m <sup>3</sup> /s]
10	12h-Regen	Winter	415,28	43,94	68,86	7,0	7,0	0,0
		Sommer	415,28	43,94	68,86	7,0	7,0	0,0
20	12h-Regen	Winter	415,59	44,60	87,97	7,0	7,0	0,0
		Sommer	415,59	44,60	87,97	7,0	7,0	0,0
50	12h-Regen	Winter	415,99	45,48	113,12	7,0	7,0	0,0
		Sommer	415,99	45,48	113,12	7,0	7,0	0,0
HQ <sub>EX</sub> HQ <sub>100</sub> *1,3	12h-Regen	Winter	416,70	47,08	184,62	143,0	23,0	120,0
		Sommer	416,70	47,09	184,62	143,0	23,0	120,0

## 6 Zusammenfassung/Bewertung

Die Neuberechnung der Hochwasserstauziele anhand des Betriebsplans Variante\_A und der neuen Bemessungszuflüsse der IfW GmbH zeigt, dass das Hochwasserstauziel  $Z_{H1}$  deutlich unter Kronenstau liegt. Der erforderliche Freibord  $f_1$  von 0,67 m wird eingehalten.

Das Hochwasserstauziel  $Z_{H2}$  liegt bei 0,52 m bzw. 0,51 m unter Kronenstau. Der erforderliche Freibord  $f_2$  von 0,97 m wird eingehalten, wenn die Höhe der Brüstungsmauer auf der Staumauer berücksichtigt wird.

Bei einer Bewirtschaftung nach dem Betriebsplan Variante\_A kann somit die Hochwassersicherheit der Okertalsperre für beide Lastfälle nachgewiesen und der erforderliche Freibord eingehalten werden.

Das  $BHQ_3$  an der Okertalsperre entspricht sowohl bei einer Bewirtschaftung nach Winterbetrieb als auch nach Sommerbetrieb der Betriebsplan Variante\_A einem  $HQ_{100}$ -Zufluss, das heißt unter Einhaltung der Maximalabgabe von  $Q_{ab} = 7,0 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  kann ein 100-jährliches Ereignis zurückgehalten werden.

Da das  $BHQ_3$  einem  $HQ_{100}$ -Zufluss entspricht, können auch die betrachteten Lastfälle  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$  und  $HQ_{50}$  unter Einhaltung der Maximalabgabe von  $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$  in der Talsperre zurückgehalten werden. Beim  $HQ_{EX}$  ( $1,3 * HQ_{100}$ ) springt die Hochwasserentlastungsanlage an, der Spitzenzufluss wird aber von rund  $185 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $143 \text{ m}^3/\text{s}$  reduziert.

## 7 Quellenverzeichnis

- [1] Berechnung von Talsperrenzuflussganglinien mit PANTA RHEI für Oker-, Innerste- und Granetalsperre, Hydrologische Untersuchungen. Institut für Wassermanagement IfW GmbH. Braunschweig, 31.07.2013
- [2] DIN 19700-11
- [3] Okertalsperre, Freibordbemessung der Hauptsperre, Harzwasserwerke GmbH, Dr.-Ing. Andreas Lange. Hildesheim 05.05.2014
- [4] DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“.

## 8 Anlagenverzeichnis

- |          |  |
|----------|--|
| Anlage 1 | Retentionsberechnung BHQ 1 (Winter- und Sommerbetrieb) |
| Anlage 2 | Retentionsberechnung BHQ 2 (Winterbetrieb)             |
| Anlage 3 | Retentionsberechnung BHQ 2 (Sommerbetrieb)             |
| Anlage 4 | Retentionsberechnung BHQ 3 (Winterbetrieb)             |
| Anlage 5 | Retentionsberechnung BHQ 3 (Sommerbetrieb)             |

**Bemessungshochwasser HQ<sub>1.000</sub> (12h-Regen)**

S<sub>0</sub> = 41,85

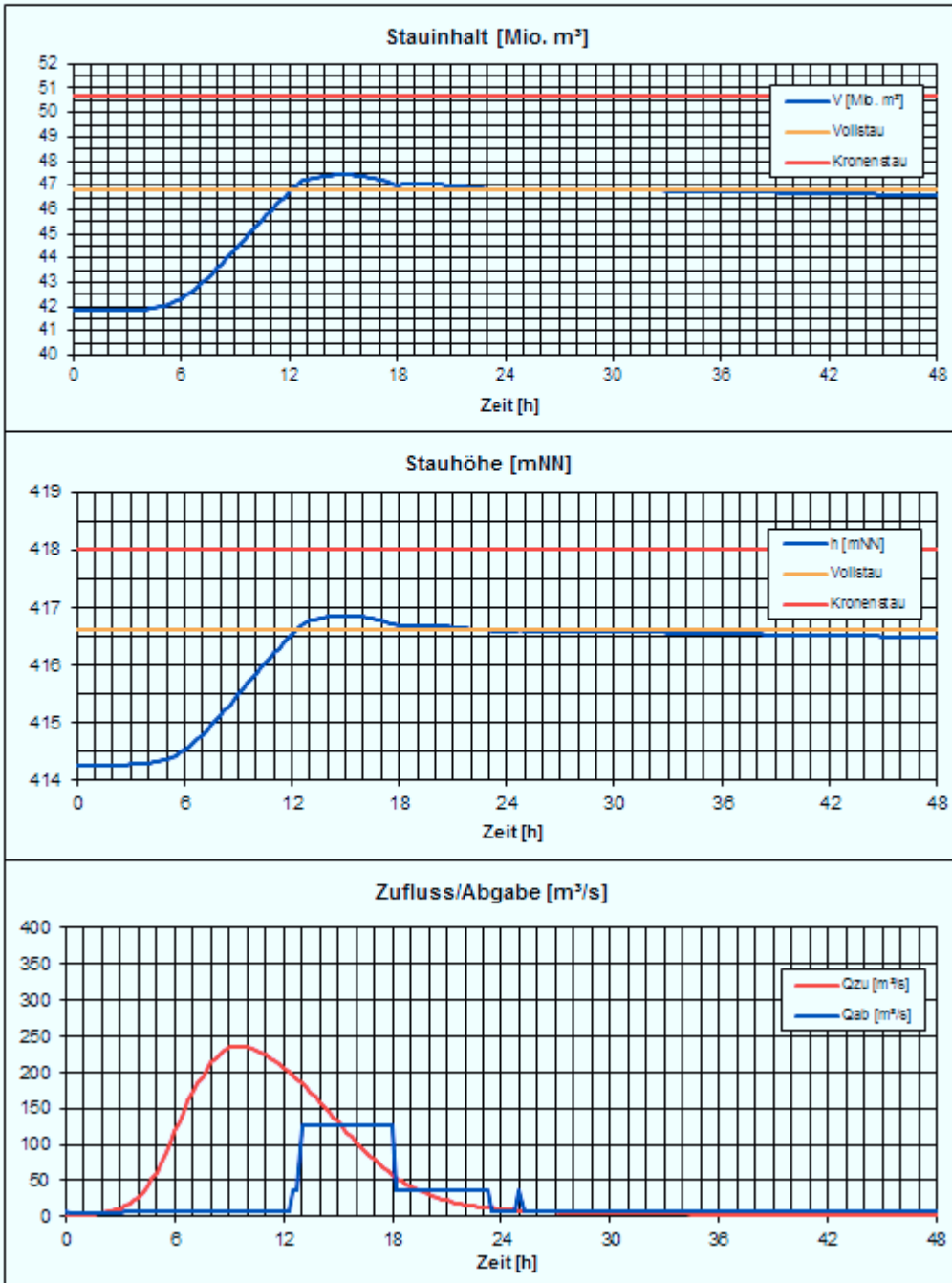
H<sub>max</sub> = 416,85

Hochwasserentlastung: Ein (unbelüftet)

Grundablass: Aus

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**



**Bemessungshochwasser HQ<sub>10.000</sub> (18h-Regen)**

$S_0 = 41,85$

$H_{max} = 417,48$

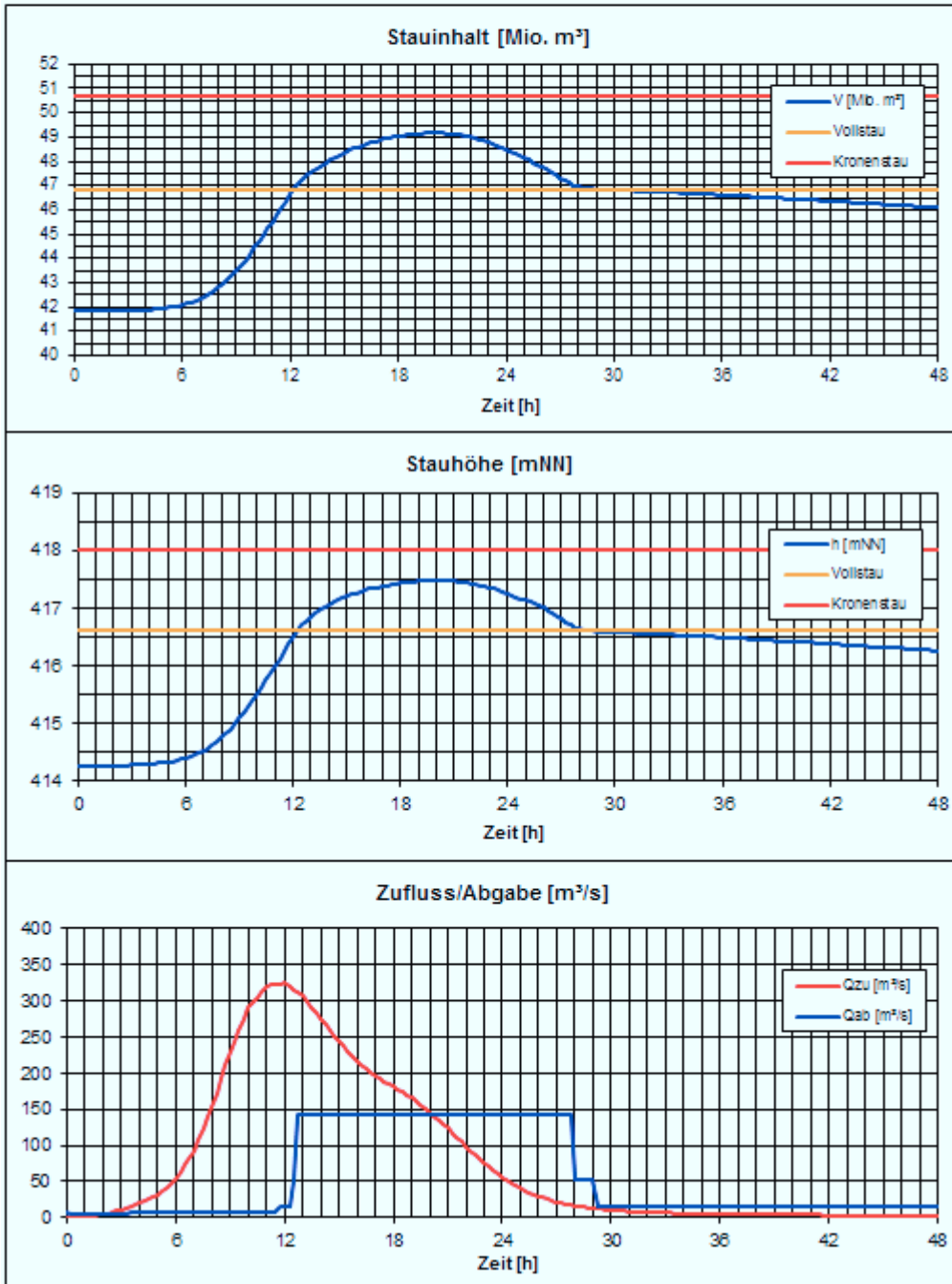
Hochwasserentlastung: Ein (unbelüftet)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**

Winter



**Bemessungshochwasser HQ<sub>10.000</sub> (18h-Regen)**

S<sub>0</sub> = 41,85

H<sub>max</sub> = 417,49

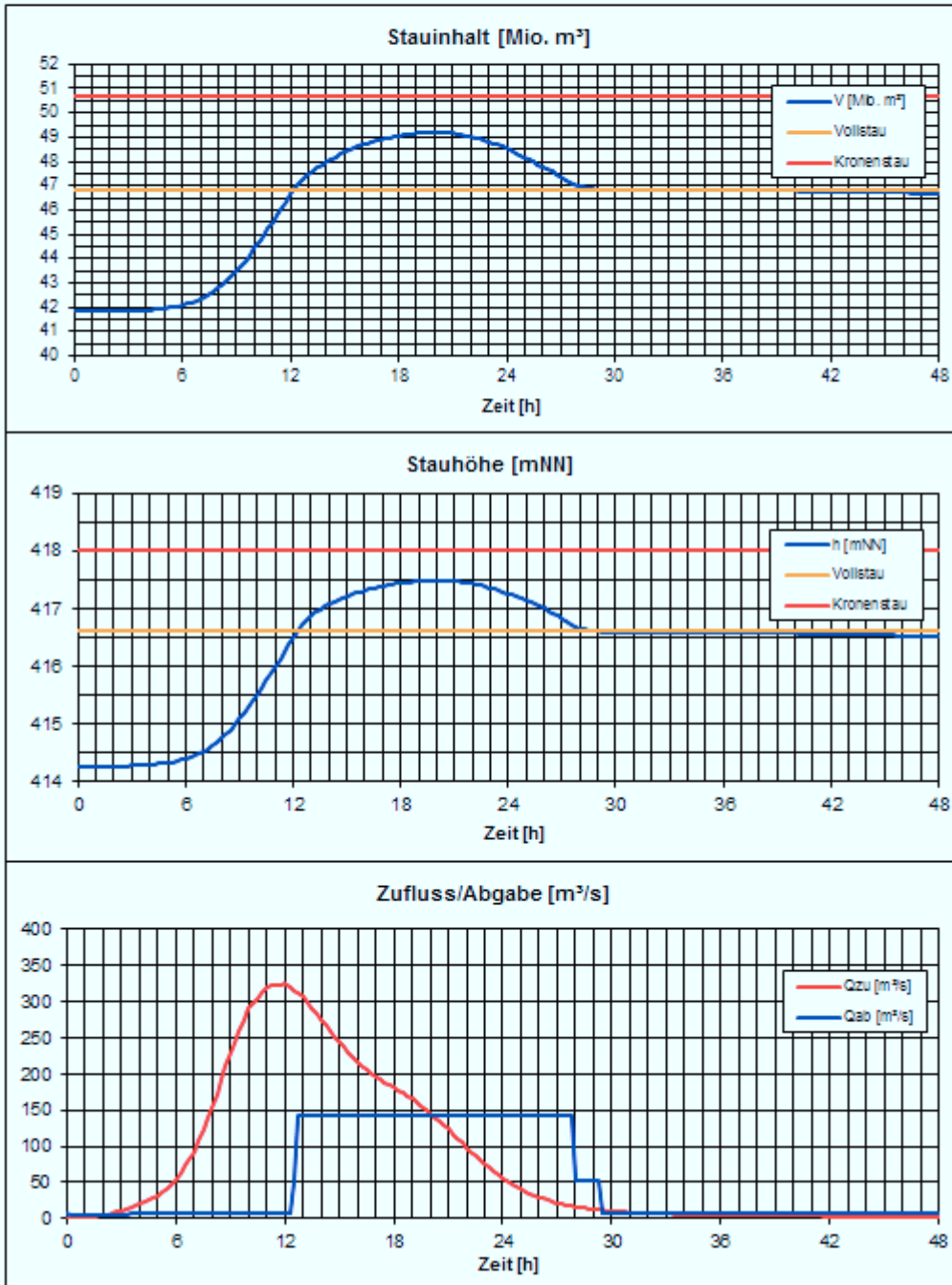
Hochwasserentlastung: Ein (unbelüftet)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**

Sommer



**Bemessungshochwasser HQ<sub>100</sub> (12h-Regen) = BHQ<sub>3</sub>**

S<sub>0</sub> = 41,85

H<sub>max</sub> = 416,33

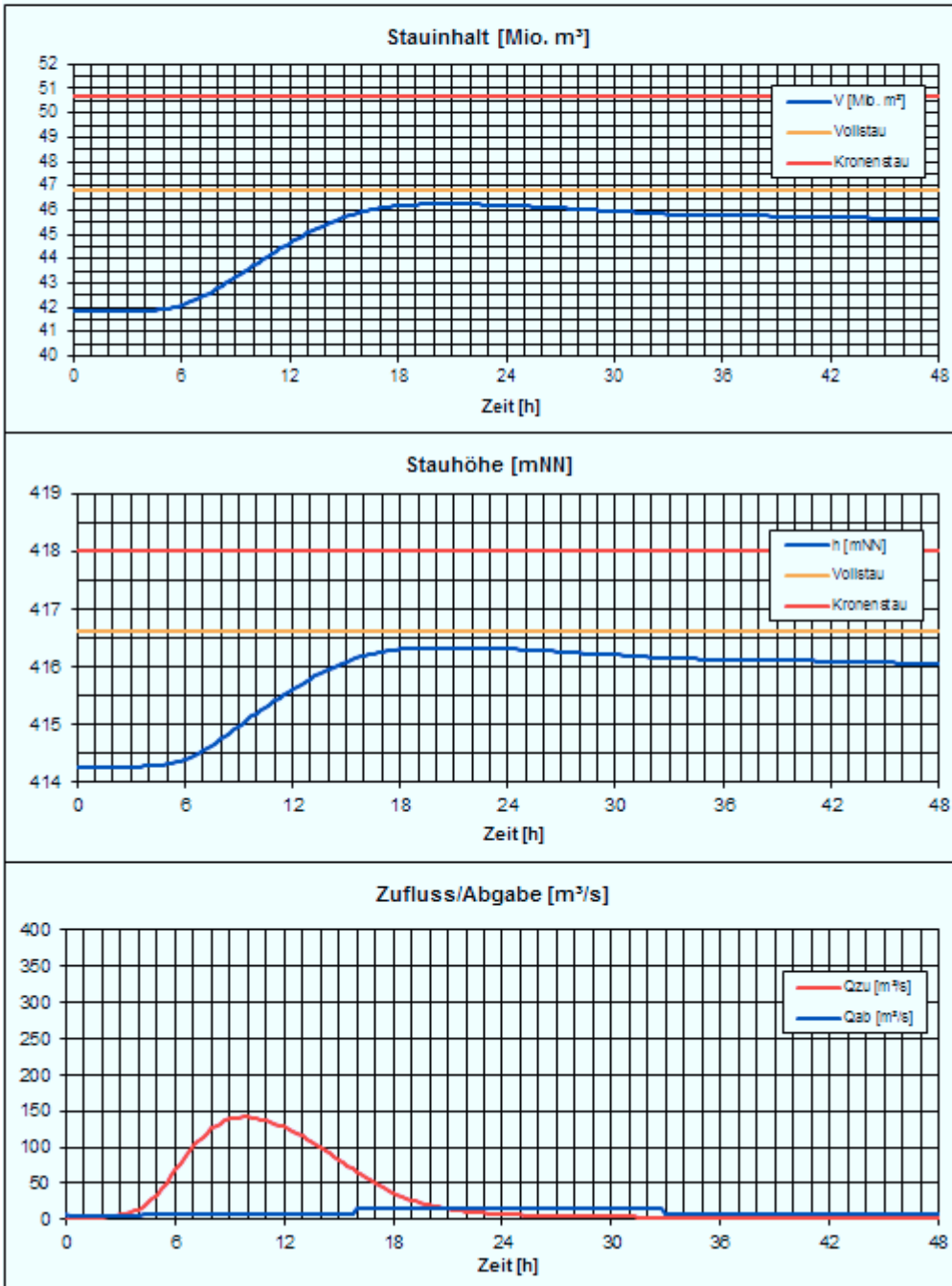
Hochwasserentlastung: Ein (unbelüftet)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante A

Winter





**Bemessungshochwasser HQ<sub>100</sub> (12h-Regen) = BHQ<sub>3</sub>**

S<sub>0</sub> = 41,85

H<sub>max</sub> = 416,42

Hochwasserentlastung: Ein (unbelüftet)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**

Sommer

