

## Anlage 18

### Neubewilligung Nordharzverbundsystem

Bericht:

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

Hildesheim, den 21.09.2015

Dipl.-Ing. Lisa Unger

Harzwasserwerke GmbH  
Nikolaistr. 8  
31137 Hildesheim



# **Innerstetalsperre**

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

nach Betriebsplan Variante\_A  
voraussichtlich gültig ab 01.01.2018

Hildesheim, den 16. September 2015

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

# Harzwasserwerke GmbH

Innerstetalsperre

Neuberechnung des Hochwasserstauziels gemäß DIN 19700 nach Betriebsplan Variante\_A

---

## 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 ( $BHQ_3$ ) ..... 5
5.1	Berechnung ..... 5
5.2	Berechnungsergebnisse $BHQ_3$ ..... 6
5.3	Weitere Lastfälle ( $HQ_{10}$ , $HQ_{20}$ , $HQ_{50}$ , $HQ_{EX}$ ) ..... 6
6	Zusammenfassung/Bewertung ..... 7
7	Quellenverzeichnis ..... 8
8	Anlagenverzeichnis ..... 8

## 1 Veranlassung

Mit der Aufstellung der Antragsunterlagen für das Neubewilligungsverfahren Nordharzverbundsystem wurden für die Innerstetalsperre 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 Innerstetalsperre 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 Innerstetalsperre ist gemäß DIN 19700 in die 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 (Innerstetalsperre)	97,0	km <sup>2</sup>
Mittl. Jahresabflusssumme (1981 - 2010)	63,9	Mio. m <sup>3</sup>

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

Stauniveau	Kürzel	Höhe [mNN]	Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]
Kronenstau Hauptdamm	Z <sub>K1</sub>	264,00	
Kronenstau Nebendamm	Z <sub>K2</sub>	262,69	21,82
Vollstau	Z <sub>V</sub>	260,95	19,26
Stauziel	Z <sub>S</sub>	257,69	15,00
Absenkziel	Z <sub>A</sub>	247,31	5,26
Tiefstes Absenkziel	Z <sub>T</sub>	229,30	0,02

Die Innerstetalsperre besteht aus einem Erddamm mit außen liegender Asphaltbetondichtung. Als Hochwasserentlastung dient ein Einlaufurm mit Entlastungsstollen unter dem Damm mit anschließendem luftseitigem Tosbecken. Die Überlaufkrone des Turms befindet sich auf 260,95 mNN. Links neben dem Hauptdamm befindet sich ein 90 m breiter Notüberlauf (Nebendamm), dessen Kronenhöhe auf 262,69 mNN liegt.

Der Grundablass ist im Bereich des Fußpunktes des Hochwasserentlastungsturmes angeordnet und entwässert in den Hochwasserentlastungsstollen. Über ein weiteres Einlaufbauwerk, das sich ebenfalls am Turmfuß befindet, wird Betriebswasser gefasst und zu einem unterhalb des Dammes befindlichen Wasserkraftwerk geleitet. Der Grundablass weist bei Vollstau eine Leistungsfähigkeit von 13,5 m<sup>3</sup>/s auf. Über den Betriebsauslass können 8,1 m<sup>3</sup>/s abgegeben werden.

### 3 Bemessungszuflüsse

Die von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien zur Innerstetalsperre für ein 1.000-jährliches und ein 10.000-jährliches Niederschlagsereignis für die Niederschlagsdauern von  $t = 1$  bis 72 Stunden sind in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellt.

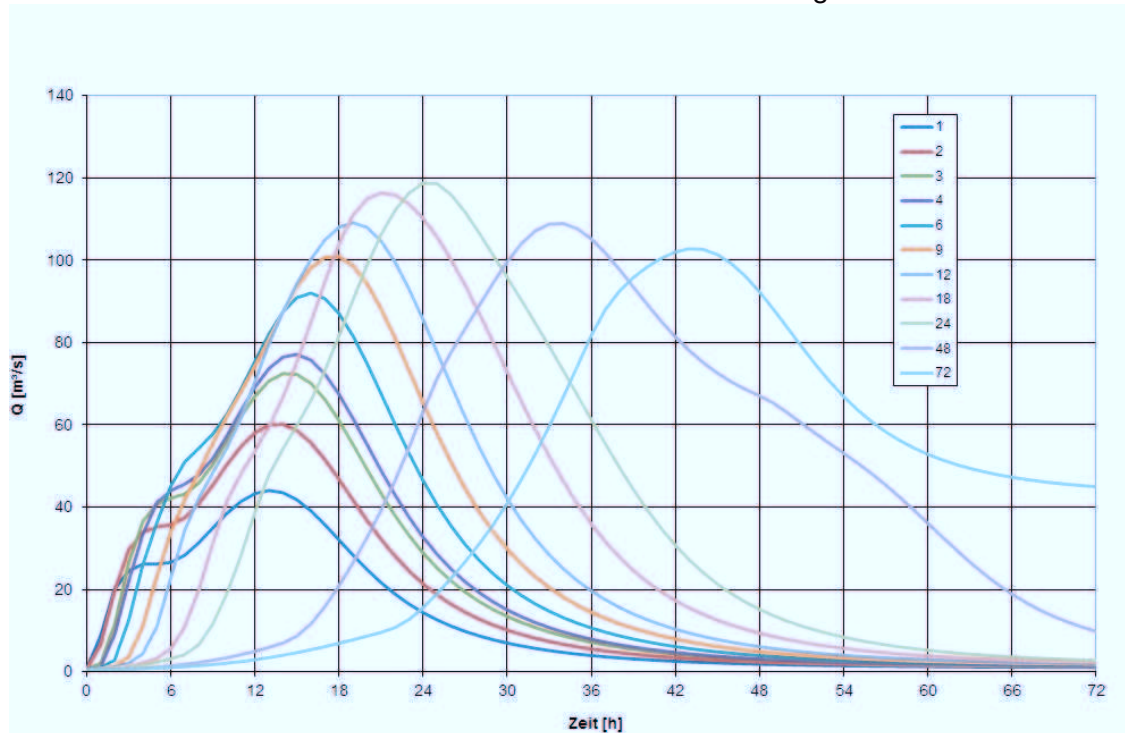


Abb. 1: Zufluss zur Innerstetalsperre, T = 1.000 Jahre

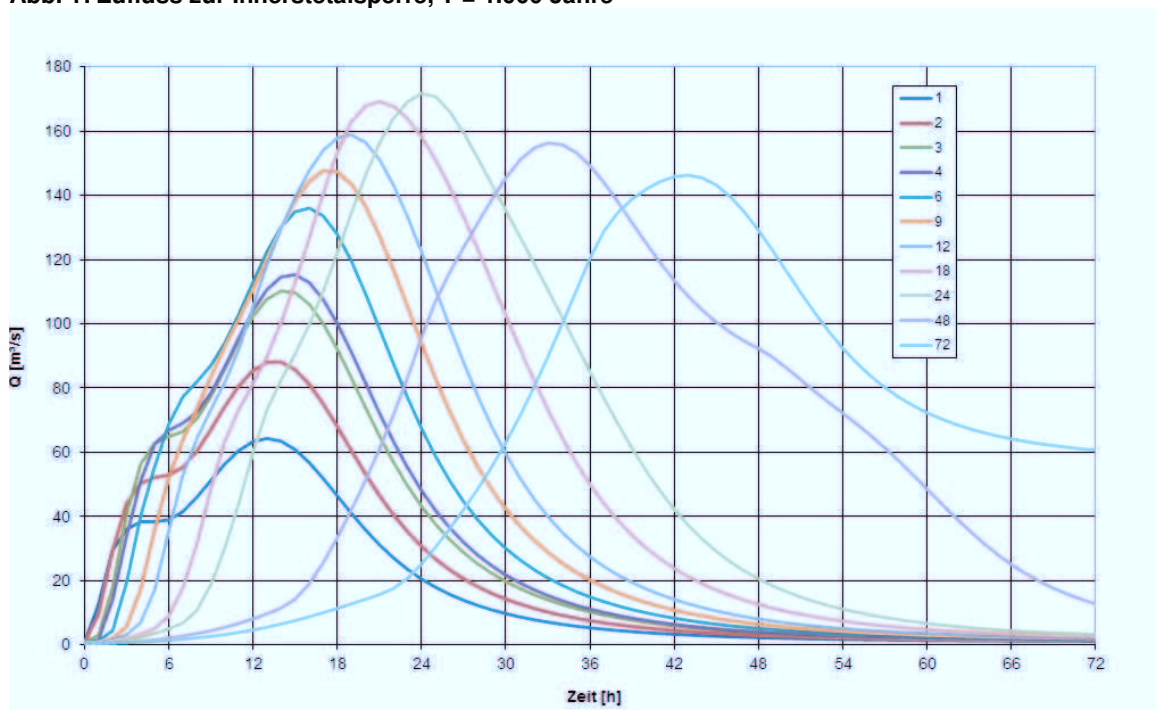


Abb. 2: Zufluss zur Innerstetalsperre, T = 10.000 Jahre

## 4 Retentionsberechnungen

### 4.1 Berechnung

Die in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellten Talsperrenzuflussganglinien wurden herangezogen, um die Speicherfüllung der Innerstetalsperre bei extremen Hochwasserabflüssen zu simulieren. Dabei wurde gemäß DIN 19700 das Stauziel des Betriebsplans Variante\_A von 257,69 mNN als Anfangsfüllstand angesetzt.

Die Berechnung wurde mit den gemäß Betriebsplan Variante\_A vorgesehenen Abgabemellenn durchgeföhrt (Abb. 3). Der Bereich der flexiblen Lamelle wurde für die Berechnung gleichmäßig in vier Lamellen mit den Abgaben von 0,6 m³/s, 1,2 m³/s, 1,8 m³/s und 2,4 m³/s eingeteilt. Ab Erreichen des Vollstaus wurde die maximale Leistungsfähigkeit von Grund- und Betriebsauslass angenommen.

Bei der Berechnung des Hochwasserstauziels im Bemessungsfall 1 (Z<sub>H1</sub>) wurde gemäß der (n-1)- Regel der DIN 19700 die Entlastungsmöglichkeit über den Grundablass bei der Vor- und Parallelentlastung ausgenommen.

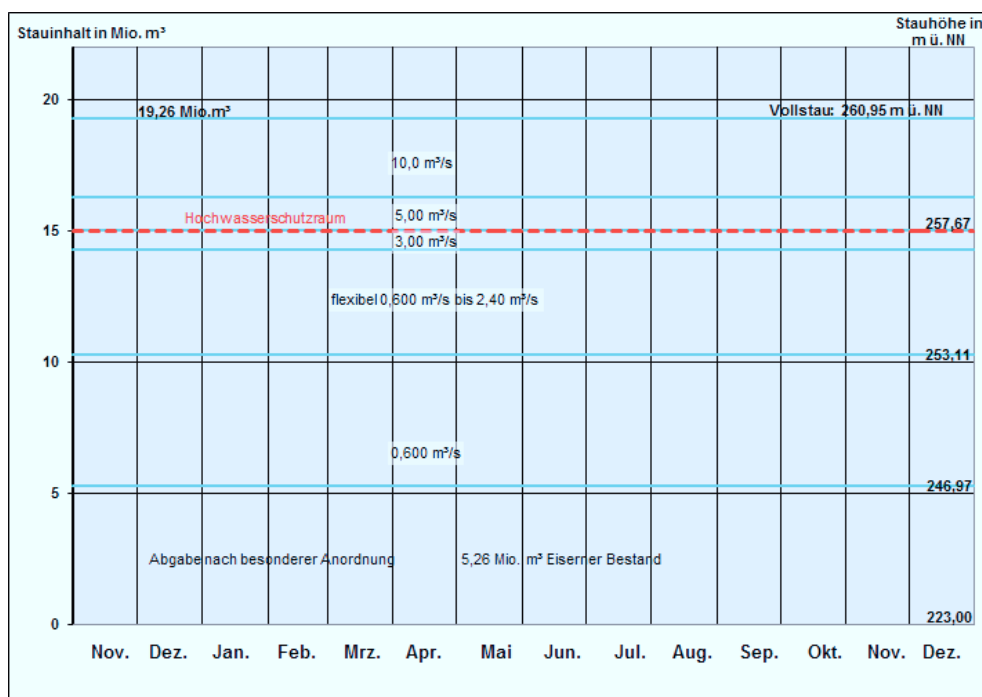


Abb. 3: Innerstetalsperre Betriebsplan Variante\_A

Die Hochwasserentlastungsanlage wurde entsprechend DIN19700 in beiden Fällen als wirksam angenommen. Die über den Hochwasserentlastungsturm abgeföhrt Wasser- menge wurde dabei in Abhängigkeit von der Überlaufhöhe (h<sub>ü</sub>) mit einem Überfallbeiwert von μ = 0,73 ermittelt:

$$Q_{\text{Überlauf}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_{\text{ü}}^{3/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

mit b = Länge der Überlaufschwelle = 58,5 m

Die maximal mögliche Überlaufhöhe beträgt 1 m, so dass die Maximalabgabe über den Entlastungsturm bei einer Stauhöhe von 261,95 mNN 126,0 m³/s beträgt.

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

Die Retentionsberechnungen zeigen, dass sowohl beim Bemessungsfall 1 als auch beim Bemessungsfall 2 der 24h-Niederschlag das maßgebende Ereignis ist, das zum höchsten Einstau der Talsperre führt (Tabelle 2).

**Tabelle 2: maximale Einstauhöhe in mNN**

Bemessungsregen	Bemessungsfall 1	Bemessungsfall 2
1 h	259,30	260,12
2 h	260,05	261,00
3 h	260,62	261,34
4 h	260,84	261,40
6 h	261,22	261,62
9 h	261,37	261,74
12 h	261,50	261,84
18 h	261,61	261,92
24 h	<b>261,66</b>	<b>261,96</b>
48 h	261,65	261,91
72 h	261,64	261,89

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

**Hochwasserbemessungsfall 1:  $Z_{H1} = 261,66$  mNN**

**Hochwasserbemessungsfall 2:  $Z_{H2} = 261,96$  mNN**

In Tabelle 3 sind die entsprechenden Stauinhalte sowie die maximalen Zuflüsse und Abgaben aufgeführt. Die zugehörigen Grafiken sind den Anlagen 1 und 2 dieses Berichtes zu entnehmen.

**Tabelle 3: Retentionsberechnung Innerstetalsperre**

T [a]	Ereignis	Betrieb	Max. $Z_H$ [mNN]	Max. S [Mio. m³]	Max. $Q_{zu}$ [m³/s]	Max. $Q_{ab}$ [m³/s]	Max. $Q_{GA+BA}$ [m³/s]	Max. $Q_{HWE}$ [m³/s]	Grafik
1.000	24h-Regen	(n-1)	261,66	20,26	118,74	83,5	8,1	75,4	Anlage 1
10.000	24h-Regen		261,96	20,69	171,77	147,6	21,6	126,0	Anlage 2

### 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 Innerstetalsperre wurde entsprechend DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“ folgender Freibord ermittelt [4]:

Hochwasserbemessungsfall 1: **Erf.  $f_1 = 2,07$  m** (Windstau +Wellenauflauf)

Hochwasserbemessungsfall 2: **Erf.  $f_2 = 2,02$  m** (Windstau +Wellenauflauf+ Sicherheitszuschlag)

Tabelle 4 zeigt den vorhandenen Freibord oberhalb der gemäß Betriebsplan Variante\_A ermittelten Stauziele  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$ .

**Tabelle 4: Freibordnachweis**

T [a]	Ereignis	Betrieb	$Z_H$ [mNN]	Erf. Freibord [m]	Vorh. Freibord bis Krone Hauptdamm [m]	Vorh. Freibord bis Krone Nebendamm [m]
1.000	24h- Regen	(n-1)	261,66	2,07	2,34	1,03
10.000	24h- Regen		261,96	2,02	2,04	0,73

## 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 Innerstetalsperre wurden Retentionsberechnungen (vgl. Kapitel 4) mit den von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien des 24h-Niederschlagsereignisses [1] durchgeführt und geprüft, welches Zuflussereignis ohne ein Anspringen der Hochwasserentlastungsanlage beherrscht werden kann.



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

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

$$\text{Hochwasserbemessungsfall 3: } \quad \text{BHQ}_3 = \text{HQ}_{100}$$

In Tabelle 5 ist der entsprechende Stauinhalt sowie der maximale Zufluss und die maximale Abgabe aufgeführt. Die zugehörige Grafik ist Anlage 3 dieses Berichtes zu entnehmen.

**Tabelle 5: BHQ<sub>3</sub> Innerstetalsperre gemäß Betriebsplan Variante\_A**

T [a]	Ereignis	Anfangs füllstand [Mio. m <sup>3</sup> ]	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	24h-Regen	15,00	260,98	19,30	69,97	10,7	10,7	0	Anlage 3

## 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) mit einem Anfangsfüllstand der Talsperre von 15,00 Mio. m<sup>3</sup> durchgeführt. Dazu wurde jeweils die von der IfW GmbH ermittelte Zuflussganglinie des 24h-Niederschlagsereignisses betrachtet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

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

T [a]	Ereignis	Anfangs füllstand [Mio. m <sup>3</sup> ]	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	24h-Regen	15,00	258,73	16,30	26,38	10,0	10,0	0
20	24h-Regen	15,00	258,93	16,56	31,01	10,0	10,0	0
50	24h-Regen	15,00	259,28	17,03	38,06	10,0	10,0	0
HQ <sub>EX</sub> HQ <sub>100</sub> *1,3	24h-Regen	15,00	261,29	19,74	90,96	46,6	21,6	25,0

## 6 Zusammenfassung/Bewertung

Die Neuberechnungen der Hochwasserstauziele anhand des Betriebsplans Variante\_A und der Bemessungszuflüsse der IfW GmbH haben gezeigt, dass in beiden Lastfällen das Hochwasserstauziel ( $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$ ) deutlich unter der Krone des Hauptdamms liegt.

Da  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$  auch unterhalb der Krone des Nebendamms liegen, wurde die Notentlastung in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Der Abstand zur Krone des Nebendamms liegt mit 1,03 m beim  $Z_{H1}$  bzw. mit 0,73 m beim  $Z_{H2}$  sogar im Bereich des regulären Sicherheitszuschlags von 0,50 m.

Sowohl beim  $Z_{H1}$  als auch beim  $Z_{H2}$  wird der erforderliche Freibord von  $f_1 = 2,07$  m bzw.  $f_2 = 2,02$  m eingehalten.

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

Das  $BHQ_3$  an der Innerstetalsperre entspricht bei einer Bewirtschaftung nach dem Betriebsplan Variante\_A einem  $HQ_{100}$ -Zufluss, das heißt unter Einhaltung der Maximalabgabe von  $Q_{ab} = 10,7$  m<sup>3</sup>/s kann ein 100-jährliches Ereignis zurückgehalten werden.

Da das  $BHQ_3$  einem  $HQ_{100}$  entspricht, können auch die Lastfälle  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$  und  $HQ_{50}$  zurückgehalten werden. Beim  $HQ_{EX}$  ( $1,3 * HQ_{100}$ ) kommt es zwar zu einem Anspringen der Hochwasserentlastungsanlage, der Spitzenzufluss kann aber um rund 50% reduziert werden.

## **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] Innerstetalsperre, Freibordbemessung der Hauptsperre, Harzwasserwerke GmbH, Abteilung Wasserwirtschaft, Hildesheim 19.08.2014
- [4] DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“.

## **8 Anlagenverzeichnis**

- Anlage 1 Retentionsberechnung BHQ 1 mit Betriebsplan Variante\_A
- Anlage 2 Retentionsberechnung BHQ 2 mit Betriebsplan Variante\_A
- Anlage 3 Retentionsberechnung BHQ 3 mit Betriebsplan Variante\_A

**Bemessungshochwasser HQ<sub>1.000</sub> (24h-Regen)**

$S_0 = 15,00$

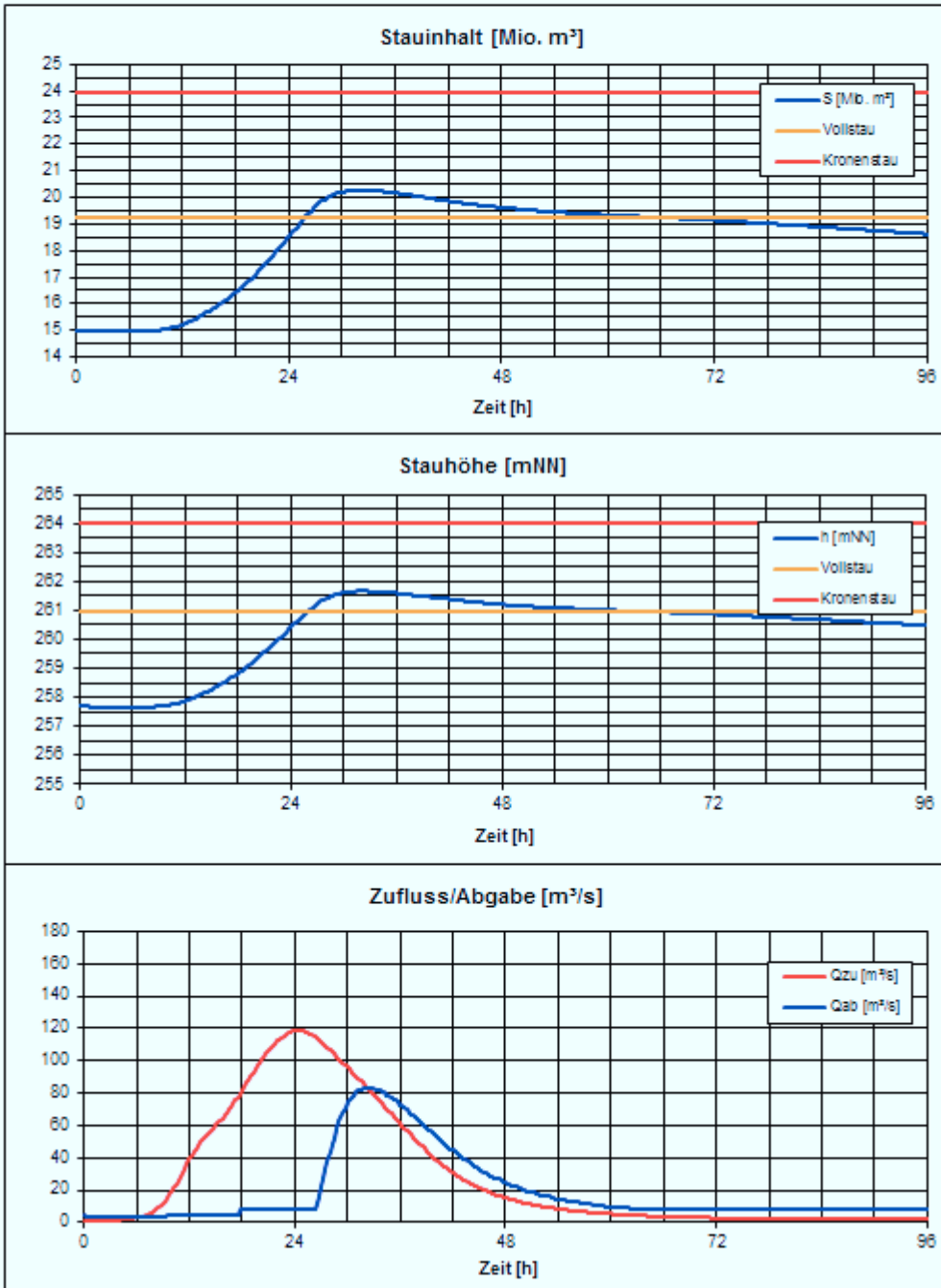
$H_{max} = 261,66$

Hochwasserentlastung: Ein (Max. Q = 126 m<sup>3</sup>/s bei 1 m Überstau)

Grundablass: Aus

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante A



**Bemessungshochwasser HQ<sub>10.000</sub> (24h-Regen)**

$S_0 = 15,00$

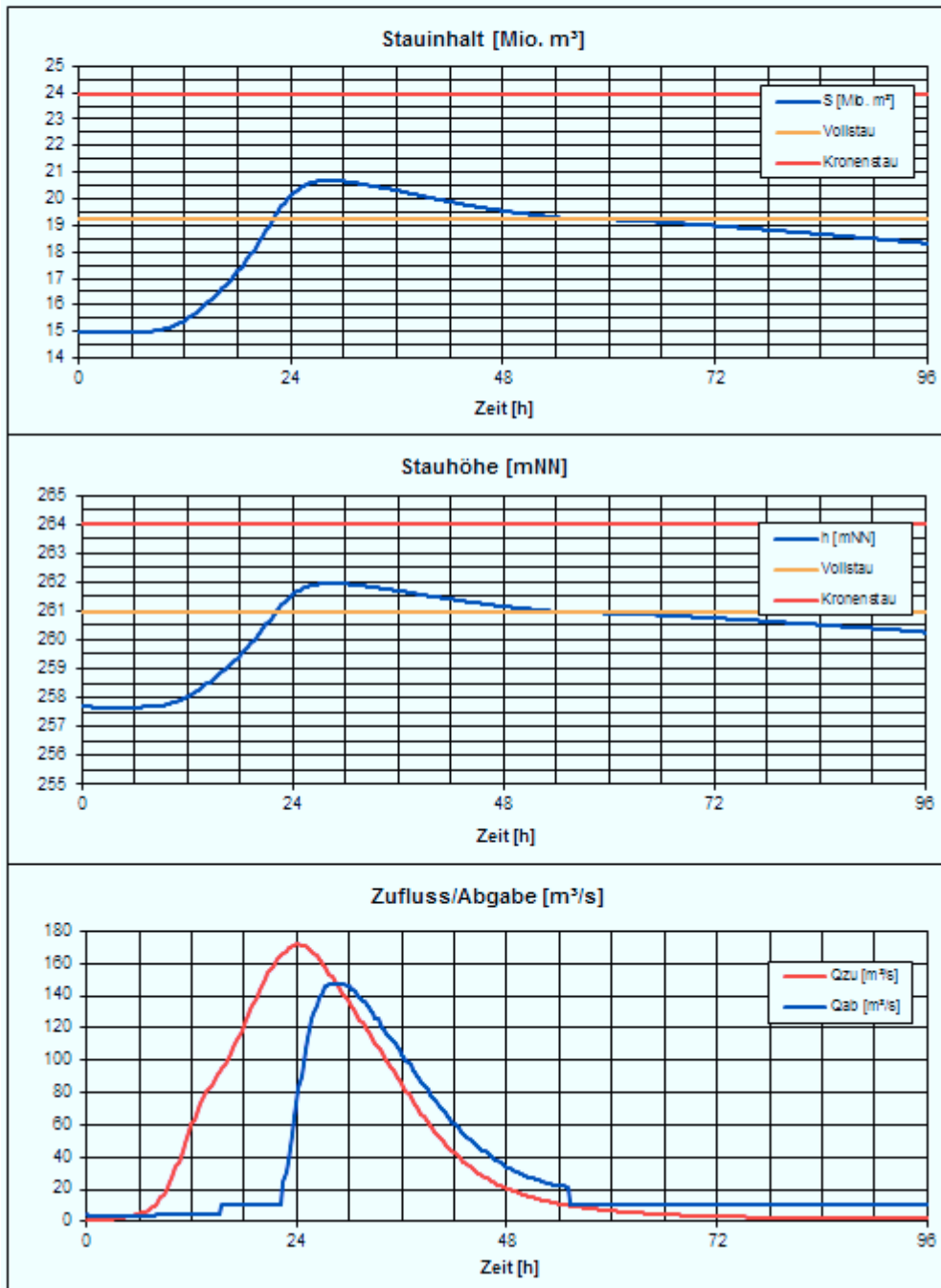
$H_{max} = 261,96$

Hochwasserentlastung: Ein (Max. Q = 126 m<sup>3</sup>/s bei 1 m Überstau)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**



**Bemessungshochwasser HQ<sub>100</sub> (24h-Regen) = BHQ<sub>3</sub>**

S<sub>0</sub> = 15,00

H<sub>max</sub> = 260,98

Hochwasserentlastung: Ein (Max. Q = 126 m<sup>3</sup>/s bei 1 m Überstau)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A**

