

## Anlage 17

### Neubewilligung Nordharzverbundsystem

Bericht:

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

Hildesheim, den 21.09.2015

Dipl.-Ing. Lisa Unger

Harzwasserwerke GmbH  
Nikolaistr. 8  
31137 Hildesheim

# **Granetalsperre**

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

nach Betriebsplan Variante\_A  
und unter Berücksichtigung des aktuellen Freibordnachweis  
voraussichtlich gültig ab 01.01.2018

Hildesheim, den 21. September 2015

# Harzwasserwerke GmbH

Granetalsperre

Neuberechnung des Hochwasserstauziels gemäß DIN 19700 nach Betriebsplan Variante\_A

---

## Inhaltsverzeichnis

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

## 1 Veranlassung

Mit der Aufstellung der Antragsunterlagen für das Neubewilligungsverfahren Nordharzverbundsystem wurden für die Granetalsperre 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 Granetalsperre 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 Granetalsperre 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 (Granetalsperre)	22	km <sup>2</sup>
Beileitungen	205	km <sup>2</sup>
Mittl. Jahresabflusssumme (1981 - 2010)	42,9	Mio. m <sup>3</sup>

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

Stauniveau	Kürzel	Höhe [mNN]	Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]
Kronenstau	Z <sub>K</sub>	313,00	
Vollstau	Z <sub>V</sub>	311,00	46,39
Vollstau z.Zt.	Z <sub>V(z.Zt.)</sub>	310,40	45,10
Stauziel	Z <sub>S</sub>	310,07	44,39
Absenkziel	Z <sub>A</sub>	271,56	2,50
Tiefstes Absenkziel	Z <sub>T</sub>	254,90	0,00

Als Entnahmeanlagen dienen bei der Granetalsperre zwei Grundablassleitungen mit einer Leistungsfähigkeit von jeweils 11,4 m<sup>3</sup>/s bei Vollstau.

Die Hochwasserentlastungsanlage (HWE) besteht aus einem Wehr mit beweglicher Fischbauchklappe, an das eine Schussrinne mit Sprungschanze anschließt, die das Wasser in das Unterwasserbecken abführt. Die Oberkante der komplett aufgestellten Klappe liegt bei 311 mNN = Vollstau. Die Klappe ist zur Einhaltung des Freibordnachweis aufgrund einer fehlenden Wellenschutzeinrichtung zurzeit auf die Höhe von 310,40 mNN eingestellt. Die Neuberechnung der Hochwasserstauziele gem. DIN 19700 wurde aus Gründen der Anlagensicherheit und dem zurzeit noch nicht vorhandenen Wellenschutz für die Vollstauhöhe von 310,40 mNN geprüft. Wird die Klappe vollständig gelegt, liegt die Oberkante bei 309 mNN.

### 3 Bemessungszuflüsse

Die von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien zur Granetalsperre 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.

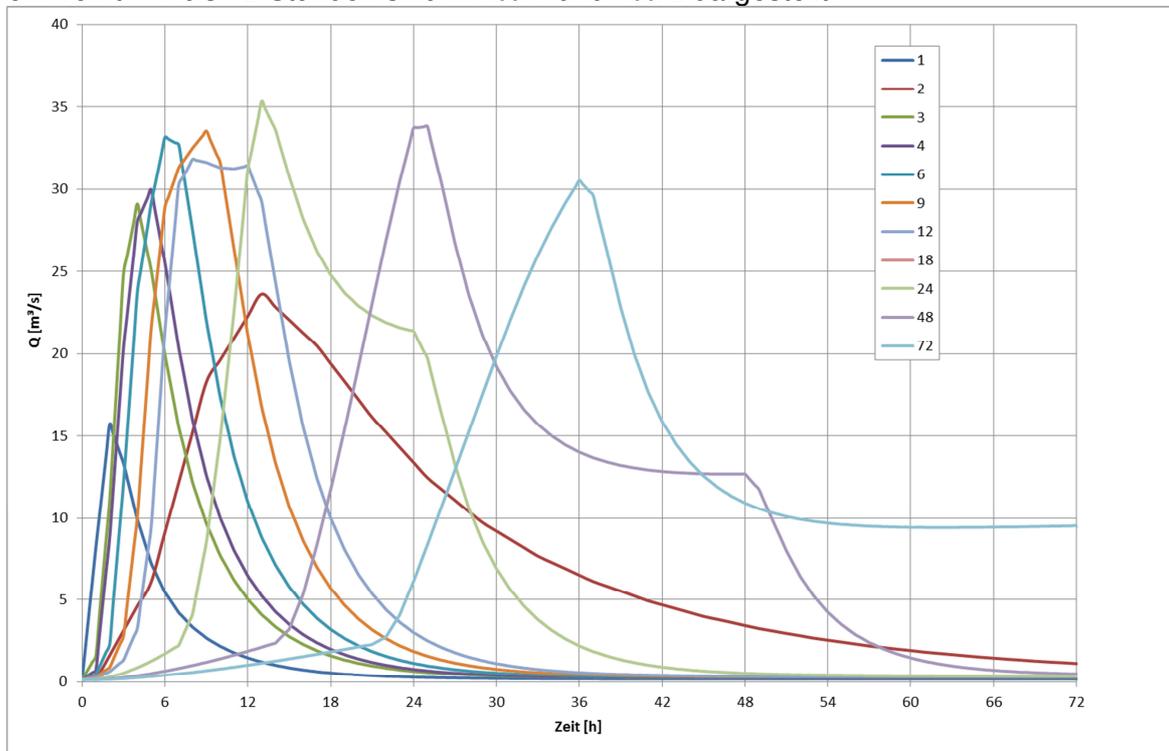


Abb. 1: Zufluss zur Granetalsperre, T = 1.000 Jahre

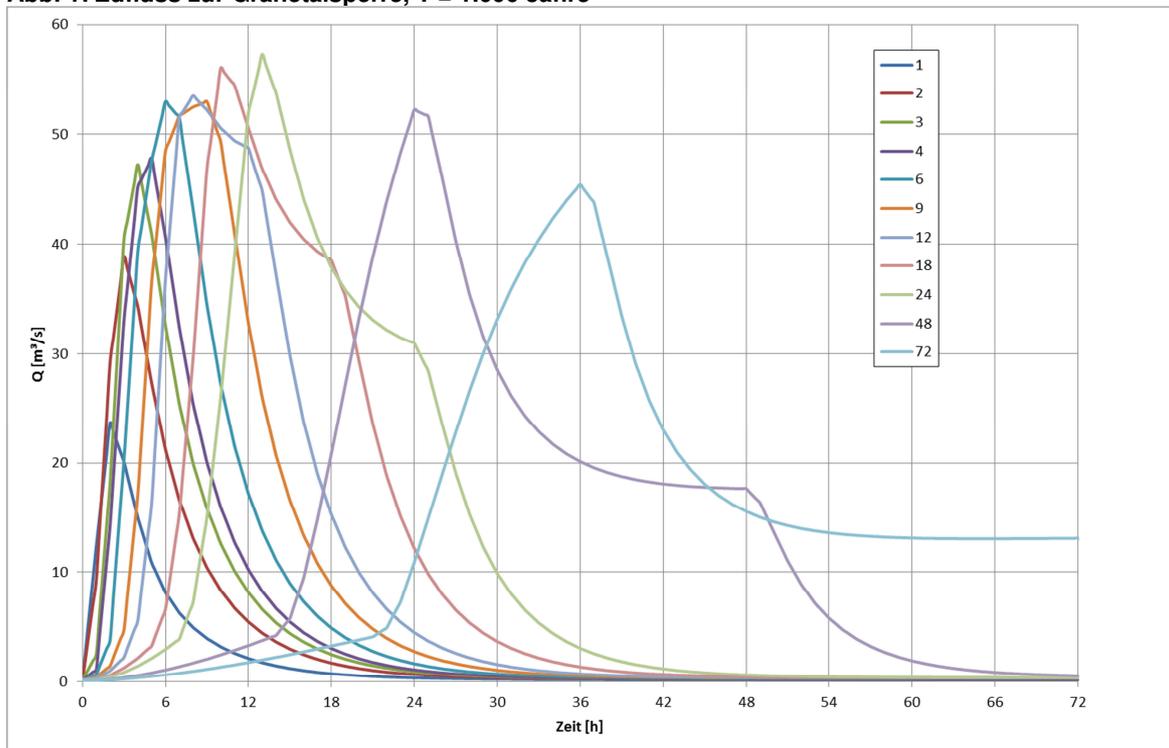


Abb. 2: Zufluss zur Granetalsperre, T = 10.000 Jahre

## 4 Berechnung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

### 4.1 Hochwasserstauziel

Ab einer Stauhöhe von 311,00 mNN (Vollstau) bzw. z.Zt. von 310,40 mNN (Vollstau z.Zt.) beginnt gemäß Betriebsplan Variante\_A (Abb. 3) die Hochwasserentlastung, die über die Grundablassleitungen und ein Absenken der Fischbauchklappe erfolgt. Eine Betrachtung der Bemessungsereignisse zeigt, dass der Hochwasserrückhalteraum in beiden Fällen voll ausgeschöpft wird und es zu einem Anspringen der HWE kommt. Als Anfangsfüllstand wird deshalb direkt der Vollstau angenommen.

Damit liegt das Hochwasserstauziel bei dieser Betrachtung im Bemessungsfall 1 ( $Z_{H1}$ ) und im Bemessungsfall 2 ( $Z_{H2}$ ) bei 310,40 mNN und für den Nachweis der Hochwassersicherheit ist zu prüfen, ob das Zuflussereignis mit dem höchsten Scheitel sicher abgeführt werden kann.

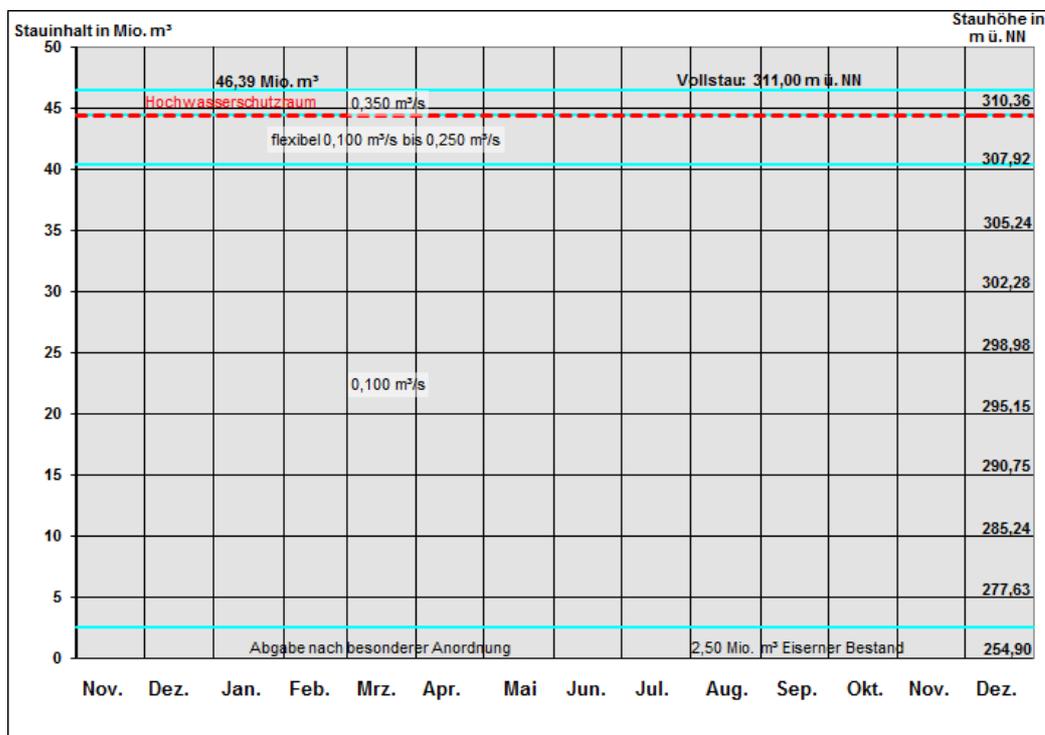


Abb. 3: Granetalsperre Betriebsplan Variante\_A .

### 4.2 Berechnung

Da die Beileitungen zur Granetalsperre ab einer Stauhöhe von 310 mNN eingestellt werden, wurde die Berechnung der Hochwasserstauziele ohne Berücksichtigung dieser, also nur anhand des natürlichen Zuflusses durchgeführt.

Der höchste Hochwasserscheitel wurde jeweils aus den in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellten Tal-sperrenzuflussganglinien ermittelt.

Die maximale Leistungsfähigkeit der Grundablassleitungen von 11,4 m³/s wurde ab Erreichen der Stauhöhe von 310,40 mNN angesetzt. Bei der Berechnung im Bemessungsfall 1 ( $Z_{H1}$ ) wurde gemäß der (n-1)- Regel der DIN 19700 die Entlastungsmöglichkeit über eine der beiden Grundablassleitungen ausgenommen.

Die Hochwasserentlastungsanlage wurde entsprechend DIN19700 in beiden Fällen als wirksam angenommen. Die über die Hochwasserentlastungsanlage abgeführte Wassermenge wurde dabei in Abhängigkeit von der Überlaufhöhe ( $h_{\ddot{u}}$ ) mit einem Überfallbeiwert von  $\mu = 0,70$  ermittelt:

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

mit  $b = \text{Breite der Fischbauchklappe} = 12 \text{ m}$

Die Berechnung der Überlaufmengen erfolgte in einer Abstufung von 0,01 m für Überlaufhöhen von 0 bis 2 m (siehe Anlage 1).

Die Abgabe an das Wasserwerk und eine Notentlastung wurden nicht berücksichtigt.

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

In beiden Bemessungsfällen ist der 24-Stunden Niederschlag das maßgebende Ereignis, das zum höchsten Hochwasserscheitel führt. In Tabelle 2 sind die entsprechenden Zuflüsse und Abgaben aufgeführt.

**Tabelle 2: Leistungsfähigkeit bei Vollstau, maßgebendes Hochwasserereignis**

T [a]	Ereignis	$Q_{zu,max}$ [m³/s]	OK Klappe [mNN]	$h_{\ddot{u}}$ [m]	$Q_{HWE}$ [m³/s]	$Q_{GAlinks}$ [m³/s]	$Q_{GArechts}$ [m³/s]	$Q_{ab}$ [m³/s]
1.000	24h- Regen	35,33	309,42	0,98	24,1	11,4	0,0	35,5
10.000	24h- Regen	57,31	309,15	1,25	34,7	11,4	11,4	57,5

### 4.4 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 Granetalsperre wurde entsprechend DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“ der erforderliche Freibord für beide Bemessungsfälle ermittelt [3]. Tabelle 3 zeigt den erforderlichen und den vorhandenen Freibord oberhalb der Stauziele  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$ .

**Tabelle 3: Freibordnachweis**

T [a]	$Z_H$ [mNN]	Erf. Freibord [m]	Vorh. Freibord [m]
1.000	310,40	2,59	2,60
10.000	310,40	2,39	2,60

## 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 Granetalsperre wurden Retentionsberechnungen mit den von der IfW GmbH ermittelten Zuflussganglinien des 24h-Niederschlagsereignisses [1] durchgeführt und geprüft, welches Zuflussereignis ohne ein Anspringen der Hochwasserentlastungsanlage, also bei Einhaltung einer Maximalabgabe von 0,350 m<sup>3</sup>/s, beherrscht werden kann.

Als Anfangsfüllstand bei der Retentionsberechnung wurde das Stauziel gemäß Betriebsplan Variante\_A von 310,07 mNN mit einem zugehörigen Stauinhalt von 44,39 Mio. m<sup>3</sup> angesetzt.

Die Berechnung wurde mit den gemäß Betriebsplan Variante\_A vorgesehenen Abgabelamellen durchgeführt (Abb. 3). Der Bereich der flexiblen Lamelle wurde für die Berechnung gleichmäßig in vier Lamellen mit den Abgaben von 0,10 m<sup>3</sup>/s, 0,15 m<sup>3</sup>/s, 0,20 m<sup>3</sup>/s und 0,25 m<sup>3</sup>/s eingeteilt.

Bei der Retentionsberechnung wurde die Abgabe an das Wasserwerk mit 1,50 m<sup>3</sup>/s berücksichtigt.

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

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

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

In Tabelle 4 ist der entsprechende Stauinhalt sowie der maximale Zufluss und die maximale Abgabe aufgeführt. Die zugehörige Grafik ist Anlage 2 dieses Berichtes zu entnehmen.

**Tabelle 4: BHQ<sub>3</sub> Granetalsperre**

T	Ereignis	Anfangs füllstand	Max. Z <sub>H</sub>	Max. S	Max. Q <sub>zu</sub>	Max. Q <sub>ab</sub> *	Max. Q <sub>GA+BA</sub> *	Max. Q <sub>HWE</sub>	Grafik
[a]		[Mio. m <sup>3</sup> ]	[mNN]	[Mio. m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	
100	24h-Regen	44,39	310,32	44,91	13,16	0,35	0,35	0,0	Anlage 2

\*hier nur Angabe der Unterwasserabgabe (ohne Abgabe an das Wasserwerk)

### 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. 5.1) mit einem Anfangsfüllstand der Talsperre von 44,39 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 5 zusammengestellt.

**Tabelle 5: Retentionsberechnung Granetalsperre, 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	44,39	310,20	44,66	8,87	0,35	0,35	0,0
20	24h-Regen	44,39	310,23	44,73	10,10	0,35	0,35	0,0
50	24h-Regen	44,39	310,29	44,84	12,05	0,35	0,35	0,0
HQ <sub>EX</sub> HQ <sub>100</sub> *1,3	24h-Regen	44,39	310,40	45,07	17,10	6,41	0,35	6,06

\*hier nur Angabe der Unterwasserabgabe (ohne Abgabe an das Wasserwerk)

## 6 Zusammenfassung/Bewertung

Die Berechnungen zeigen, dass die von der IfW GmbH neu berechneten Bemessungszuflüsse sowohl im Hochwasserbemessungsfall 1 als auch im Hochwasserbemessungsfall 2 sicher über die Grundablassleitungen und die Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden können, da die erforderliche Absenkung der Fischbauchklappe noch über der maximal möglichen Absenkung von 309 mNN liegt.

Die Einhaltung des erforderlichen Freibord von  $f_1 = 2,59$  m und  $f_2 = 2,39$  m ist in beiden Lastfällen gewährleistet.

Bei einer Bewirtschaftung nach Betriebsplan Variante\_A und der z.Zt. eingestellten Klappe auf 310,40 mNN (Vollstau z.Zt.) kann somit die Hochwassersicherheit der Granetalsperre für beide Lastfälle nachgewiesen und der erforderliche Freibord eingehalten werden.

Das BHQ<sub>3</sub> an der Granetalsperre entspricht einem HQ<sub>100</sub>-Zufluss, das heißt unter Einhaltung der Maximalabgabe von  $Q_{ab} = 0,350$  m<sup>3</sup>/s kann ein 100-jährliches Ereignis zurückgehalten werden.

Da das BHQ<sub>3</sub> einem HQ<sub>100</sub>-Zufluss entspricht, können auch die betrachteten Lastfälle HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>20</sub> und HQ<sub>50</sub>, unter Einhaltung der Maximalabgabe von 0,350 m<sup>3</sup>/s in der Talsperre zurückgehalten werden. Beim HQ<sub>EX</sub> ( $1,3 \cdot HQ_{100}$ ) springt die HWE an, der Spitzenzufluss wird aber von 17,10 m<sup>3</sup>/s auf 6,41 m<sup>3</sup>/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] Granetalsperre, Freibordbemessung der Hauptsperre, Harzwasserwerke GmbH, Abteilung Wasserwirtschaft, Hildesheim 20. November 2014

## **8 Anlagenverzeichnis**

- 1 Hydraulische Leistungsfähigkeit bei Vollstau
- 2 Retentionsberechnung BHQ 3

Anlage 2

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

S<sub>0</sub> = 44,39

H<sub>max</sub> = 310,32

Hochwasserentlastung: Ein (Max. Q = 70 m<sup>3</sup>/s bei 2 m Überstau)

Grundablass: Ein

Betriebsauslass: Ein

Betriebsplan Variante **A** und Berücksichtigung des aktuellen Freibordnachweis

