

**Magistrat der  
Kreisstadt  
Eschwege**

**WASSERSPIEGELANHEBUNG  
IM WERRATALSEE  
BEI ESCHWEGE**

**Hydrologische Untersuchungen**

**–**

**Ergänzende Betrachtung**

Dezember, 2013  
Br/SM epw1222108

# Inhaltsverzeichnis

<b>Erläuterungsbericht</b>		<b>Seite</b>
1	Auftrag und Zusammenfassung	1
2	Hydrologische Gebietsbeschreibung	2
3	Bordvollberechnung	7
4	Gezielte Seeretention – ohne Vorentlastung	9
4.1	Konzeption Retentionsmaßnahme	9
4.2	Hydraulischer Nachweis	13

## Verwendete Unterlagen

- [1] Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Erstellung von SOBEK-Modellen für Werra, Fulda und Oberweser bis Wahnbeck  
2009
- [2] Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)  
Abflussganglinie Pegel Heldra  
bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- [3] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Hydrologischer Längsschnitt Werra  
2013

## 1 Auftrag und Zusammenfassung

Im Werratalsee bei Eschwege soll der Wasserstand angehoben werden. Durch die Anhebung des Seeniveaus sollen Infiltrationen aus der benachbarten Werra, die eine erhebliche Salzfracht führt, in das Grundwasser und damit in den Werratalsee, vermindert werden.

Geplant ist eine Anhebung des Wasserspiegels von 158,64 mNN (planfestgestellter Wasserstand) um einen Meter auf 159,64 mNN.

Im Hochwasserfall kann der Trenndamm zwischen Werra und Werratalsee überströmt werden, sodass der See eine Retentionswirkung auf das Abflussgeschehen in der Werra hat.

Die Auswertung des digitalen Geländemodells ergibt, dass bei einer geplanten Wasserstandserhöhung auf den vorgesehenen Zielwasserstand ca. 1,1 Mio m<sup>3</sup> Retentionsvolumen verloren gehen.

Durch den Retentionsraumverlust ergibt sich eine geringe Erhöhung der maximalen Durchflüsse und entsprechend der maximalen Wasserspiegellagen unterstrom des Sees. Der Durchgang der Hochwasserwelle wird durch die verringerte Retentionswirkung etwas beschleunigt, der Scheitel trifft unterstrom des Sees etwa eine halbe Stunde früher ein.

Lokal betrachtet bewirkt eine Stauerhöhung im Werratalsee um einen Meter eine geringfügige Verschärfung der Hochwassersituation. Bei großräumiger Betrachtung ist allerdings ein Retentionsraumverlust in dieser Größenordnung als negativ hinsichtlich der Hochwassersituation einzustufen.

Es wird empfohlen Maßnahmen zur Speicherbewirtschaftung zu ergreifen, die diesem Effekt entgegen wirken.

Eine mögliche Maßnahme stellt eine gezieltere Flutung des Sees während Hochwassers dar. Eine solche Maßnahme ist in Abschnitt 4 dargestellt und untersucht. Hiermit lässt sich eine Verbesserung der Hochwassersituation für die Unterlieger zumindest bei kleineren Hochwasserereignissen erreichen.

Eine andere Möglichkeit besteht in einer temporären Absenkung des Seewasserspiegels im Vorfeld eines Hochwassers, damit dann wieder der gesamte Retentionsraum zur Verfügung steht. Ebenso sollte untersucht werden, ob eine saisonale Speicherraumbewirtschaftung (z.B. Absenkung des Seewasserspiegels im Winterhalbjahr) möglich ist.

## 2 Hydrologische Gebietsbeschreibung

Der Werratalsee bei Eschwege liegt neben der Werra. In [1] findet sich eine detaillierte hydrologische Beschreibung des Flusseinzugsgebiets. Zwischen Werra und Werratalsee befindet sich ein Trenndamm. Die Werra ist im Untersuchungsbereich staugeregelt. Etwa auf Höhe des westlichen Endes des Sees teilt sich die Werra in einen Schleusen-/Triebwerkskanal und den Nordarm der Werra. Der Abfluss im Nordarm wird an der Verzweigung über ein Wehr gesteuert. Im Hochwasserfall erfolgt der Großteil des Abflusses durch den Nordarm. Der Werratalsee wird bei größeren Hochwasserereignissen der Werra geflutet. Dies geschieht zunächst durch Ausuferungen im Nordarm der Werra und einen Zufluss von Westen zum See. Bei höheren Wasserständen kann der Trenndamm zwischen Werra und Werratalsee überströmt werden, dann fließen deutlich größere Wasservolumina in den See.

Der oberstrom nächst gelegene Pegel an der Werra mit Abflussganglinie ist der Pegel Heldra. In nachfolgender Tabelle sind die maßgeblichen Hochwasserabflüsse in Form eines hydrologischen Längsschnittes zusammengestellt [3]. Am Pegel Heldra bewegen sich die Hochwasserabflüsse zwischen  $213 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $HQ_2$ ) und  $545 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $HQ_{200}$ ).

**Tabelle 1: Hydrologischer Längsschnitt [3]**

Querschnitt	A <sub>E</sub> in [km <sup>2</sup> ]	Hochwasserscheitelabfluss HQ(T) in [m <sup>3</sup> /s]							
		für das Wiederkehrintervall T in [a]							
		2	5	10	20	25	50	100	200
<b>Pegel Vacha</b> (eh. Dorndorf 1)	2246	127	183	221	256	267	302	336	370
Werra o.M. Öchse	2261	128	185	223	258	269	304	337	371
Werra u.M. Öchse	2322	134	192	230	265	276	310	343	376
Werra o.M. Ulster	2329	134	192	231	266	276	310	343	376
Werra u.M. Ulster	2750	171	240	280	314	324	354	381	407
<b>Pegel Heiboldshausen</b>	2793	175	245	285	319	329	358	385	410
<b>Pegel Gerstungen</b>	3039	175	251	296	337	349	384	417	448
Werra o.M. Hörssel	3221	179	256	303	345	358	394	429	462
Werra u.M. Hörssel	4009	198	279	331	380	394	439	483	525
<b>Pegel Frankenroda</b>	4214	203	285	339	389	404	451	497	541
Werra Landesgrenze TH-HE	4274	210	284	335	388	403	452	498	544
<b>Pegel Heldra</b> [AV(Wenzl): 4297 km <sup>2</sup> ]	4302	213	284	333	387	403	453	499	545
Werra o.M. Frieda [AV(Wenzl): 4385 km <sup>2</sup> ]	4379	215	286	336	390	407	458	507	555
Werra u.M. Frieda [AV(Wenzl): 4557 km <sup>2</sup> ]	4551	220	291	341	398	415	470	523	578
Werra o.M. Wehre	4626	223	293	344	401	419	476	531	588
Werra u.M. Wehre	5078	236	306	359	421	442	507	575	647
<b>Pegel Allendorf</b>	5166	239	309	362	425	446	513	584	659
Werra Beginn gemeinsame LG HE/TH	5167	239	309	362	425	446	513	584	659
Werra o.M. Walse [AV(Wenzl): 5172 km <sup>2</sup> ]	5169	239	309	362	425	447	514	585	659
Werra u.M. Walse [AV(Wenzl): 5204 km <sup>2</sup> ]	5201	242	314	367	431	452	519	590	665
Werra Ende gemeinsame LG HE/TH	5221	244	316	370	434	455	522	593	668
<b>Pegel Ludwigstein</b> [AV(Wenzl): 5255 km <sup>2</sup> ]	5257								
Werra o.M. Gelster	5289	251	325	381	445	467	534	605	679
Werra u.M. Gelster	5350	257	334	390	455	477	544	615	688
<b>Pegel Letzer Heller (Nds.)</b>	5487	271	352	411	478	500	567	638	710

Für den Pegel Heldra erfolgt eine hydrologische Beurteilung der aufgetretenen Hochwasserereignisse. Die Daten hierfür sind [2] entnommen. In den nachfolgenden drei Abbildungen sind die Abflussganglinien für die Kalenderjahre von 1980 bis 2012 dargestellt. Ungefähr 80% der Hochwasserereignisse (> HQ<sub>2</sub>) ereigneten sich im hydrologischen Winterhalbjahr (November bis April).

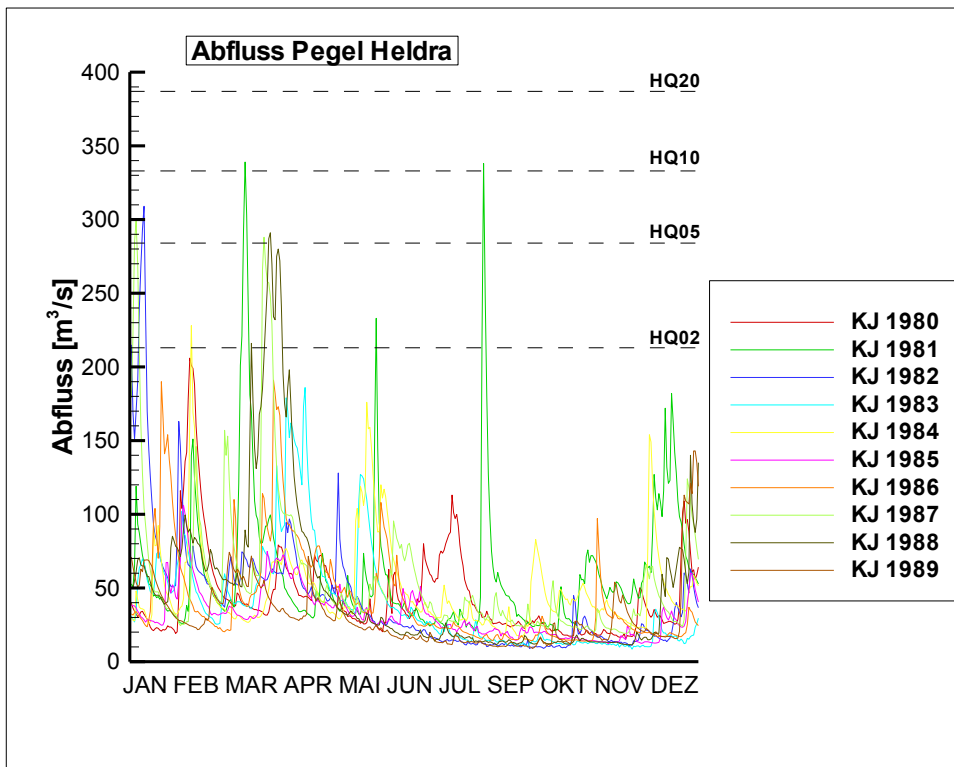


Abbildung 1: Abflussganglinien Pegel Heldra 1980er Jahre (Datenquelle: [2])

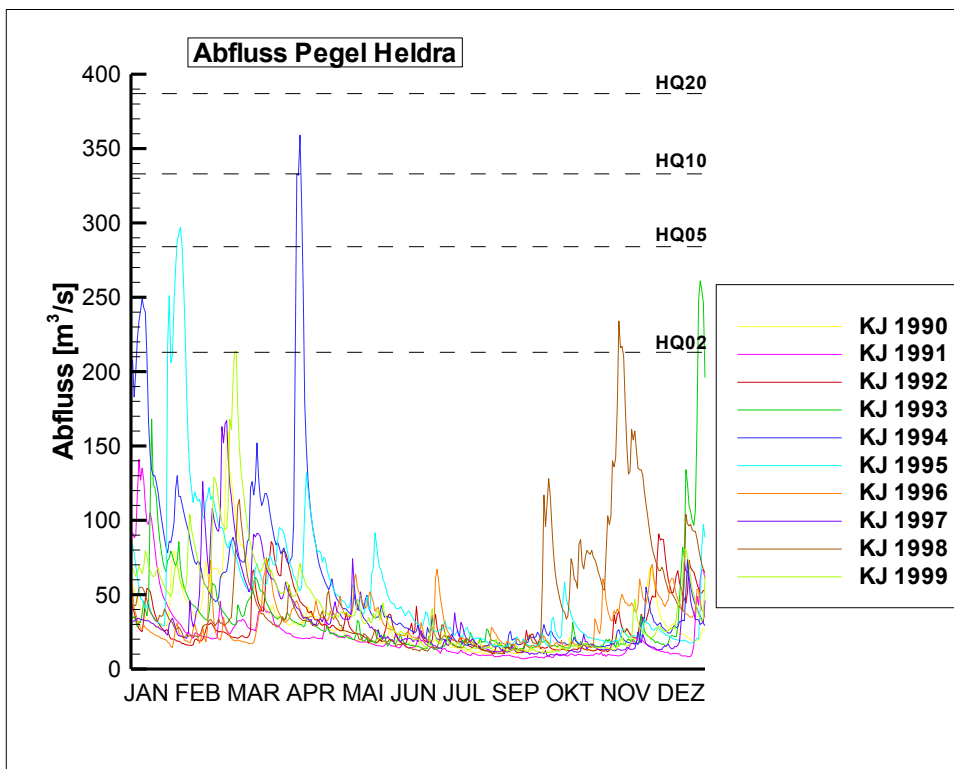
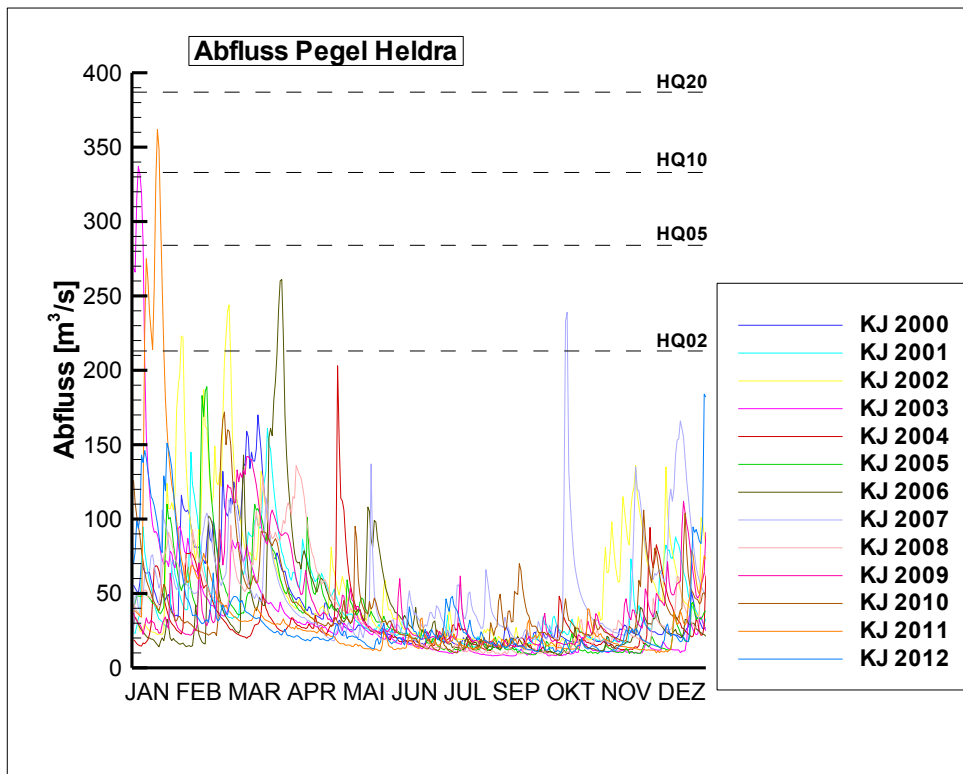


Abbildung 2: Abflussganglinien Pegel Heldra 1990er Jahre (Datenquelle: [2])



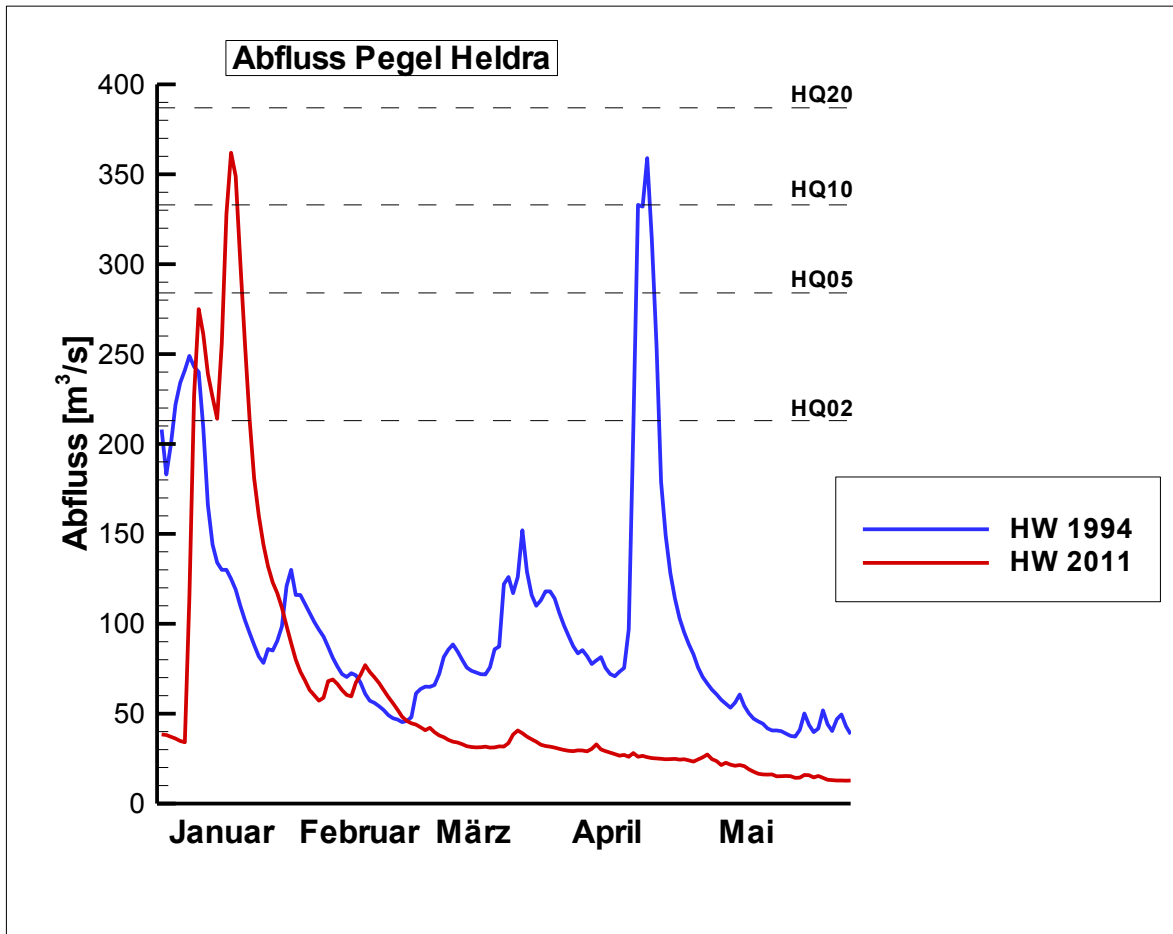
**Abbildung 3: Abflussganglinien Pegel Heldra 2000er Jahre (Datenquelle: [2])**

Typische gemessene Hochwasserwellen zeigen einen steilen Anstieg des Abflusses (zwischen 2 und 5 Tagen). Der Scheitel selbst hält nur wenige Stunden an, der abfallende Ast der Welle dauert in der Regel etwa 2 Wochen an.

Beispielhaft ist in nachfolgender Abbildung der Abfluss während zweier größerer Hochwasserereignisse (April 1994 und Januar 2011) dargestellt [2]. Beim Hochwasser 1994 stieg der Abfluss innerhalb von 5 Tagen auf den Maximalwert an, bleibt dann 3 Tage über einem  $\text{HQ}_{10}$  Abfluss und fällt ab. Die beobachtete Hochwasserwelle aus dem Jahr 2011 zeichnet sich durch ein Vorhochwasser aus, der Anstieg erfolgt hier innerhalb von 3 Tagen. Nach einem zwischenzeitlichen Rückgang des Abflusses folgt die eigentliche Hochwasserwelle mit einem Anstieg innerhalb von 3 Tagen.

Hinsichtlich der untersuchten Fragestellung stellt eine Hochwasserwelle analog derer aus dem Jahr 2011 eine ungünstige Annahme dar, da u.U. bereits Retentionsvolumen durch die Vorwelle in Beschlag genommen ist.

Für die weiteren Berechnungen wird eine ungünstige Hochwasserwelle analog dem Jahr 2011 herangezogen.

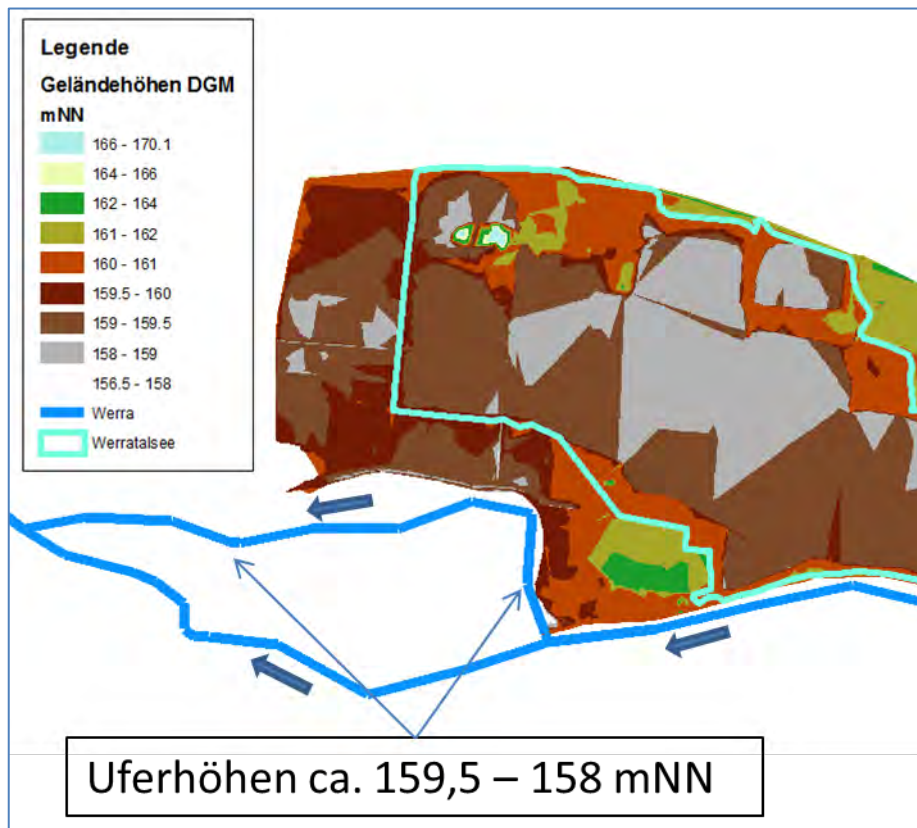


**Abbildung 4: Abfluss am Pegel Heldra bei den Hochwasserereignissen in den Jahren 1994 und 2011 (Datenquelle: [2])**



### 3 Bordvollberechnung

Am Nordarm der Werra wird untersucht, ab welchem Abfluss sich Ausuferungen einstellen können. Die Uferhöhen der Werra werden den Querprofilen des numerischen Modells entnommen. Diese liegen im Nordarm ungefähr zwischen 158,0 und 159,5 mNN (d.h. in etwa ein Gefälle von 0,1% in Fließrichtung).



**Abbildung 5: Topografie (DGM) im Bereich Werranordarm**

Das Gelände zwischen dem Nordarm der Werra und Werratalsee ist relativ flach, aus der TK25 lassen sich keine Höhenlinien ablesen. Die in oben stehender Abbildung dargestellten Geländehöhen aus dem übergebenen digitalen Geländemodell (DGM) liegen weitgehend zwischen 159,0 und 160,0 mNN, also nur unwesentlich höher als die Ufer der Werra.

Sollte die Werra in diesem Bereich also ausufern, so können sich schnell größere Überschwemmungsbereiche einstellen. Zudem existieren mehrere Gräben, in denen sich das Wasser weiter ausbreiten kann. Diese Ausuferung kann dann bis zum Werratalsee reichen. Dort liegt eine Verwallung vor. Die Verwallung am Werratalsee (siehe Abbildung 6) besitzt nach den Auswertungen des DGMs etwa eine Höhe von 159,7 – 160,1 mNN.



**Abbildung 6: Verwallung am Werratalsee, westliches Ufer**

Mit dem numerischen Modell wurden unterschiedliche Abflüsse in der Werra (Zahlenangaben jeweils bezogen auf den Pegel Heldra) untersucht. Erste Ausuferungen stellen sich ab einem Abfluss von  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  ein. Ab einem  $\text{HQ}_2$ -Ereignis ( $213 \text{ m}^3/\text{s}$ ) stellen sich Wasserspiegel im Bereich der Höhe der Verwallung ein. Ab solchen Ereignissen ist damit zu rechnen, dass der Werratalsee durch einen rückwärtigen Einstau gefüllt wird, bevor sich eine Überströmung des Trenndeiches einstellt.

## 4 Gezielte Seeretention – ohne Vorentlastung

Bislang wirkt der Werratalsee als ungesteuerter Retentionsraum. Der See wird zum einen rückwärts durch Ausuferungen am Werranordarm und zum anderen durch Überströmung des Trenndeiches geflutet. Der rückwärtige Einstau des Sees bringt so gut wie keine Retentionswirkung auf die Hochwasserwelle, da sich hier nur kleine Durchflüsse langsam einstellen. Ebenso besitzt das Überströmen des Trenndeiches nur eine geringe Retentionswirkung, da bei größeren Hochwasserereignissen das Seevolumen bereits im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle gefüllt ist.

Ziel der Untersuchung ist es, eine Flutung des Sees bei Hochwasser baulich so zu ermöglichen, dass insbesondere bei kleineren Hochwasserereignissen eine bessere Retentionswirkung (d.h. Abflachung des Hochwasserscheitels) erzielt werden kann als im Vergleich zum Ist-Zustand.

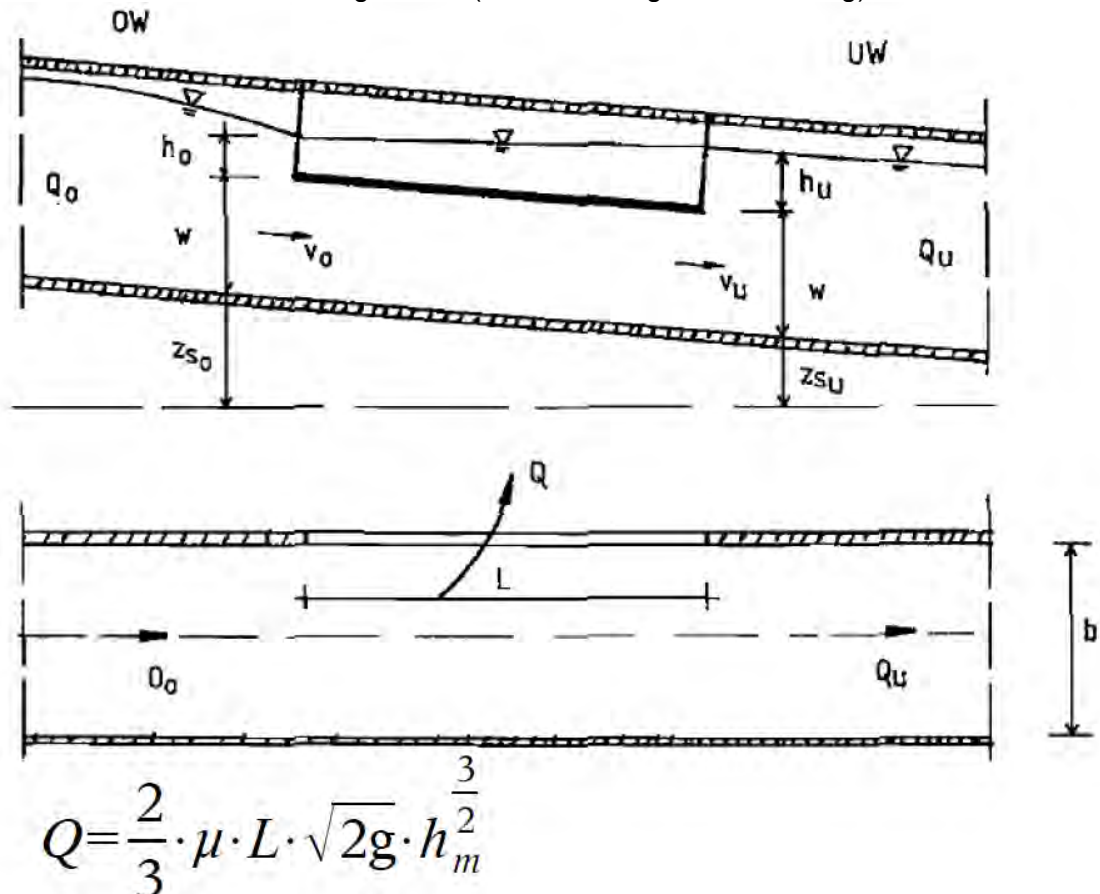
### 4.1 Konzeption Retentionsmaßnahme

Zunächst muss ein Ein- bzw. Auslassbauwerk konzipiert werden. Hierfür stehen prinzipiell zwei Arten von Bauwerken zur Wahl. Zum einen gesteuerte Bauwerke, bei denen eine Flutungsöffnung zu einem bestimmten Zeitpunkt z.B. durch ein Schütz oder ein Wehr frei gegeben wird und zum anderen nicht gesteuerte Bauwerke (i.d.R. überströmte Wehre oder Schwellen).

Gesteuerte Bauwerke haben den Vorteil, dass für einen gewissen Abflussbereich ein möglichst optimaler Einsatz des Retentionsraumes möglich ist. Dies bedingt aber einen optimalen Öffnungszeitpunkt im Hochwasserfall. Wird der Verschluss zu früh geöffnet, so sind die Vorteile der Steuerung verloren, erfolgt die Öffnung zu spät, dann geht unter Umständen die gesamte Retentionswirkung verloren. Bei den Hochwasserwellen, wie sie an der Werra im Bereich Eschwege auftreten, bewegt sich der optimale Öffnungszeitpunkt innerhalb weniger Stunden. Entscheidend für die Wahl des richtigen Zeitpunktes ist dann das Wissen um den weiteren Verlauf des Hochwassers, z.B. durch Beobachtung eines oberstromigen Pegels. Vom Pegel Heldra bis Eschwege beträgt die Laufzeit des Hochwasserscheitels in etwa 5 Stunden, sodass nur eine sehr kurze Vorlauf- und Reaktionszeit zur Verfügung steht. Die Gefahr, dass im Hochwasserfall die Vorteile einer Steuerung durch eine nicht optimale Wahl des Öffnungszeitpunktes verloren gehen wird als hoch eingeschätzt.

Nachteile der gesteuerten Bauwerke liegen zudem in den deutlich höheren Bau- und Unterhaltungskosten.

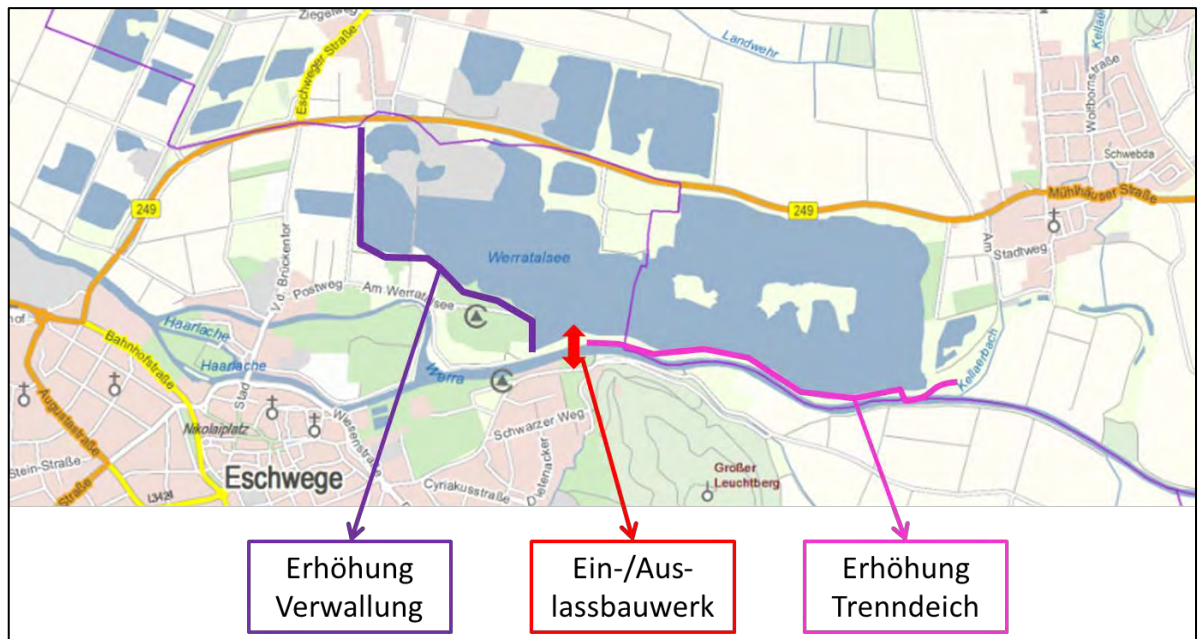
Aus den oben beschriebenen Gründen wird der Einsatz eines steuerbaren Bauwerks als nicht praktikabel angesehen und ein festes Wehr präferiert und untersucht. Das Wehr wird als Streichwehr im Trenndamm angeordnet (siehe nachfolgende Abbildung).



**Abbildung 7: Prinzipskizze Streichwehr**

Die Lage des Streichwehres ist in nachfolgender Abbildung eingetragen. Für die Retentionswirkung nach unterstrom ist es egal, ob sich das Wehr am ober- oder unterstromigen Ende des Trenndamms befindet. Wird es am oberstromigen Ende angeordnet, so ist das zur Verfügung stehende Potenzial größer und das Bauwerk kann entsprechend etwas kleiner dimensioniert werden. Ordnet man das Streichwehr dagegen am unterstromigen Ende des Trenndamms an, so hat dies den Vorteil, dass ein Großteil der Entleerung des Sees nach dem Hochwasserereignis an dieser Stelle erfolgen kann und hierfür ggf. ein separates Bauwerk entfallen kann. Im Zuge der hier vorgestellten Konzeption wird deshalb ein Standort am unterstromigen Ende des Trenndamms gewählt, dies sollte aber im Zuge weiterführender Planungen noch näher untersucht werden.



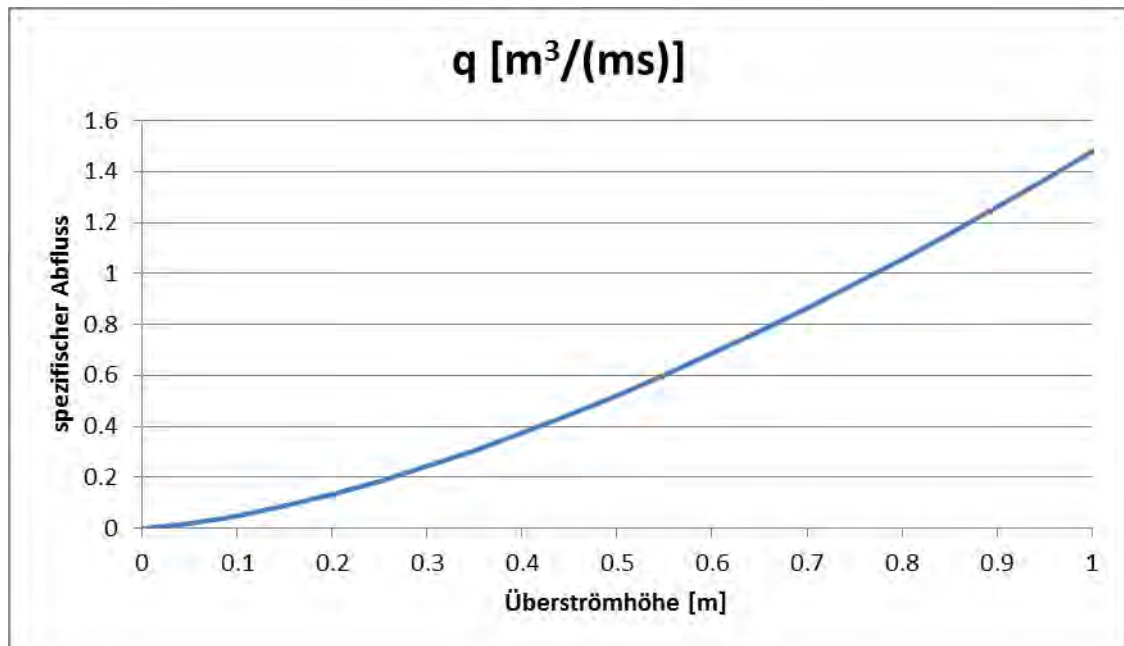


**Abbildung 8: Konzeption Hochwasserschutz (Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / [BKG](http://www.bkg.bund.de), <http://www.bkg.bund.de>)**

In nachfolgender Abbildung ist die Abflusscharakteristik eines Streichwehrs dargestellt. Aufgetragen ist die Abhängigkeit des spezifischen Abflusses  $q$  (d.h. Abfluss pro Meter Überfalllänge) von der zur Verfügung stehenden Überfallhöhe. Diese Beziehung gilt so für einen freien Überfall, d.h. ohne Rückstau aus dem See. Steigt der Seewasserspiegel im Laufe der Flutung über das Höhenniveau der Überlaufschwelle an, so stellt sich eine deutliche Reduzierung des Durchflusses ein.

Die mögliche Höhenlage der Überlaufschwelle wird nach unten begrenzt durch den Zielwasserspiegel im See (159,64 mNN). Außerdem wird eine zu niedrig liegende Schwelle dazu führen, dass der Retentionsraum bereits gefüllt ist, bevor der eigentliche Scheitel der Hochwasserwelle eintrifft. Die Höhe des Trenndeiches liegt in diesem Abschnitt in etwa bei 161,1 mNN. Um größere Deicherhöhungen zu vermeiden, sollte versucht werden, die Wasserspiegel in etwa auf dieses Niveau zu beschränken. Für die Überströmhöhe  $h_m$  stehen also nur wenige Dezimeter zur Verfügung.

Um eine deutliche Wellenverformung zu erreichen, sollten mehrere Kubikmeter pro Sekunde über das Streichwehr abfließen können. Dementsprechend muss die Länge  $L$  des Überfallrücksens gewählt werden.



**Abbildung 9: Abflusscharakteristik Streichwehr**

Untersucht werden zwei Varianten. Die Variante 1 zielt auf eine Reduzierung des Hochwassers bei kleinen Hochwasserereignissen (etwa HQ<sub>5</sub> bis HQ<sub>10</sub>), die Variante 2 zielt auf etwas größere Hochwasserereignisse (HQ<sub>10</sub> bis HQ<sub>20</sub>).

Durch mehrere Modellsimulationen unterschiedlicher Hochwasserereignisse und Bauwerksgeometrien wurden folgende Abmessungen ermittelt, die eine positive Wirkung erzielen:

	Höhe der Überlaufschwelle [mNN]	Länge der Überlaufschwelle [m]
Variante 1	160,3	30
Variante 2	160,65	20

Zusätzlich zur Anordnung eines Streichwehrs beinhaltet die Konzeption zur Nutzung des Retentionsraums zwei weitere bauliche Maßnahmen (siehe Abbildung 8).

Zum einen ist dies eine Erhöhung der Verwallung am Werratalsee im Westen auf ein Niveau, das gewährleistet, dass kein Wasser rückwärtig aus diesem Bereich in den See strömt. Je nach Bemessungsereignis sind dann unterschiedliche Höhen erforderlich:

- HQ<sub>10</sub>: 160,8 mNN
- HQ<sub>20</sub>: 161,1 mNN
- HQ<sub>50</sub>: 161,5 mNN

Bei der Variante 1 reicht es ggf. aus, die Verwallung nur in manchen Bereichen zu erhöhen, bei der Variante 2 muss eine durchgehende Erhöhung erfolgen.

Zum anderen muss die Höhenlage des Trenndeichs ggf. angepasst werden, um eine gezielte Flutung ausschließlich über das Streichwehr zu erlangen. Für die Variante 1 ist dies nicht zwingend notwendig, da sich eine Überströmung des Trenndeiches erst ab einem  $HQ_{10}$  einstellt. Bei der Variante 2 würde dies eine Erhöhung des Trenndeichs um etwa einen Meter bedeuten.

Die Entleerung des Werratalsees nach dem Hochwasserereignis erfolgt bis auf das Niveau der Schwelle (= 160,3 mNN) über das Streichwehr. Die weitere Restwasserentleerung kann z.B. durch eine Rohrleitung erfolgen, die unterhalb der Schwelle angeordnet ist. Hierfür ist ein Verschlussorgan (Schieber) vorzusehen. Die Restentleerung kann allerdings erst deutlich zeitverzögert nach Abklingen der Hochwasserwelle geschehen.

In nachfolgender Tabelle sind die beiden Varianten zusammengefasst.

**Tabelle 2: untersuchte Varianten**

	Variante 1	Variante 2
Bemessungshochwasser	$(HQ_2) - HQ_5 - (HQ_{10})$	$(HQ_{10}) - HQ_{20}$
Höhe der Überlaufschwelle	160,3	160,65
Länge der Überlaufschwelle	30	20
Erhöhung Verwallung	lokal	Auf ganzer Länge
Erhöhung Trenndeich	-	0,5 – 1,0 m

## 4.2 Hydraulischer Nachweis

Der hydraulische Nachweis der Wirksamkeit wird für kleinere Hochwasserereignisse geführt. Berechnet werden die Hochwasserereignisse mit unterschiedlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit:  $HQ_2$ ,  $HQ_5$ ,  $HQ_{10}$  und  $HQ_{20}$ . Hierbei wird jeweils der Istzustand (ohne Überlaufschwelle und planfestgestellter Seewasserspiegel = 158,64 mNN) sowie die beiden Varianten des Planzustandes (mit Hochwasserschutzmaßnahmen wie in Tabelle 2 und Abbildung 8 dargestellt) und Seewasserstand auf dem Zielniveau (= 159,64 mNN) durchgeführt. Die Berechnungen werden hinsichtlich der sich einstellenden maximalen Wasserspiegel und Durchflüsse an den in der folgenden Abbildung dargestellten Punkten ausgewertet.



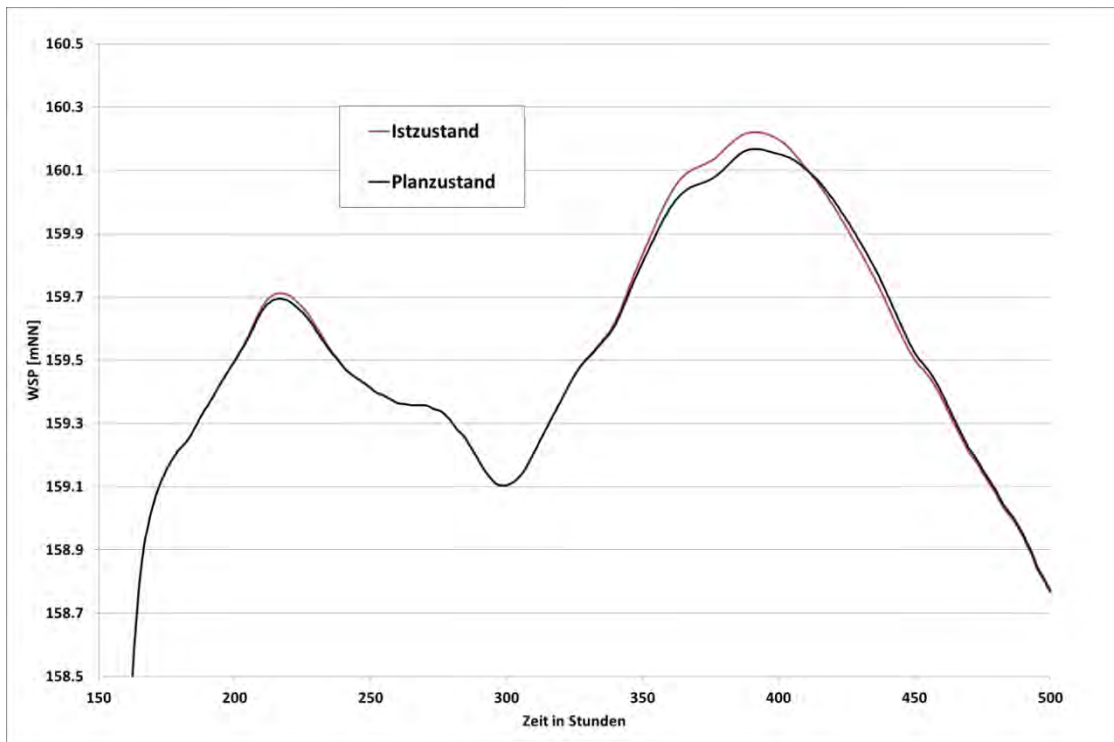
**Abbildung 10: Auswertestellen (Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / [BKG](http://www.bkg.bund.de), <http://www.bkg.bund.de>)**

In Abbildung 11 bis Abbildung 14 sind die Berechnungsergebnisse beispielhaft für die Variante 1 bei einem HQ<sub>5</sub>-Ereignis und für die Variante 2 bei einem HQ<sub>20</sub>-Ereignis dargestellt.

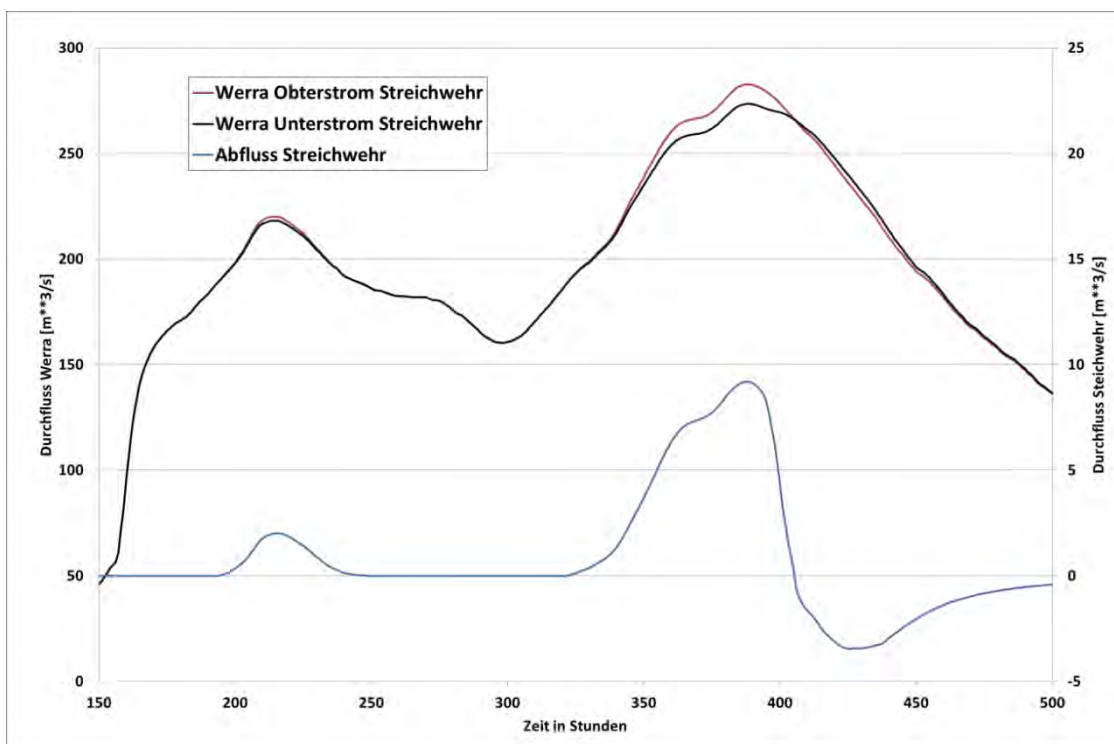
Abbildung 11 zeigt für die Variante 1 die berechneten Ganglinien des Wasserspiegels für das HQ<sub>5</sub> Ereignis. Abbildung 12 zeigt die Verformung der Abflusswelle (Vergleich ober- und unterstrom des Streichwehrrs) und den Abfluss über das Streichwehr selbst für den Planzustand bei einem HQ<sub>5</sub>-Ereignis. Die kleinere Vorwelle des Hochwasserereignisses führt dazu, dass der Retentionsraum im See bereits zum Teil gefüllt ist (ca. 180.000 m<sup>3</sup>) bevor der eigentliche Scheitel der Hochwasserwelle eintrifft.

In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind Berechnungsergebnisse für die Variante 2 und ein HQ<sub>20</sub>-Ereignis dargestellt. Hier beträgt die Vorfüllung des Retentionsraumes ca. 260.000 m<sup>3</sup> bevor der eigentliche Scheitel der Hochwasserwelle eintrifft.

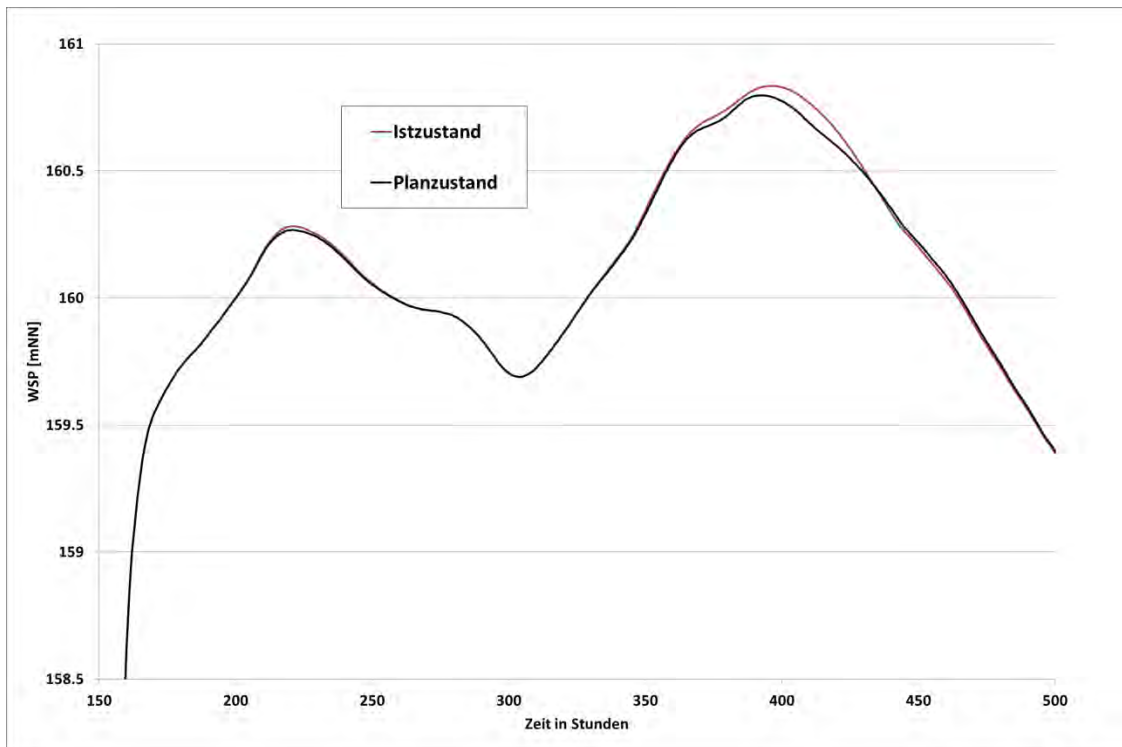




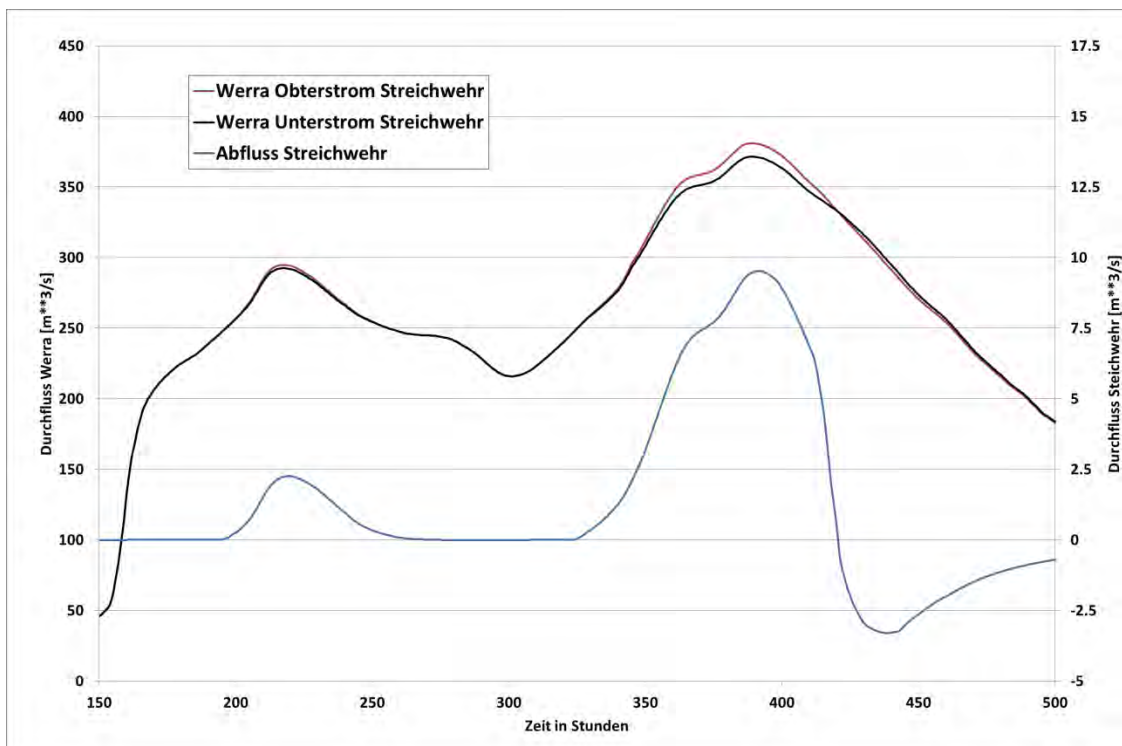
**Abbildung 11: Berechnete Wasserspiegel in der Werra für den Ist- und den Planzustand (Variante 1) für ein HQ<sub>5</sub> Ereignis**



**Abbildung 12: Berechnete Durchflüsse für den Planzustand (Variante 1) für ein HQ<sub>5</sub> Ereignis**



**Abbildung 13: Berechnete Wasserspiegel in der Werra für den Ist- und den Planzustand (Variante 2) für ein HQ<sub>20</sub> Ereignis**



**Abbildung 14: Berechnete Durchflüsse für den Planzustand (Variante 2) für ein HQ<sub>20</sub> Ereignis**

**Tabelle 3: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse – maximale Wasserspiegel [mNN]**

Hochwasserereignis	Istzustand	Planzustand		
		Variante 0	Variante 1	Variante 2
HQ <sub>2</sub>	159,71	159,71	159,69	159,71
HQ <sub>5</sub>	160,22	160,22	160,16	160,21
HQ <sub>10</sub>	160,54	160,54	160,53	160,51
HQ <sub>20</sub>	160,83	160,84	160,83	160,79

**Tabelle 4: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse – maximaler Durchfluss [m<sup>3</sup>/s]**

Hochwasserereignis	Istzustand	Planzustand		
		Variante 0	Variante 1	Variante 2
HQ <sub>2</sub>	220	220	218	220
HQ <sub>5</sub>	283	283	273	281
HQ <sub>10</sub>	331	331	329	327
HQ <sub>20</sub>	377	378	378	371

In den beiden oben stehenden Tabellen sind die Berechnungsergebnisse der unterschiedlichen Varianten einander gegenübergestellt. Die Variante 0 beschreibt die Anhebung des Seewasserspiegels ohne weitere Maßnahmen.

Es zeigt sich, dass durch eine gezielte Entlastung über ein Streichwehr eine nachweisliche Reduzierung der Hochwassersituation für häufigere Hochwasserereignisse unterstrom des Sees erreicht werden kann.

Sachbearbeiter:  
Dr.-Ing. C. Braun

Koblenz, im Dezember 2013  
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Dr.-Ing. K. Lippert