

**Magistrat der
Kreisstadt
Eschwege**

**WASSERSPIEGELANHEBUNG IM WERRATALSEE BEI
ESCHWEGE**

Hydrologische Untersuchungen

—

Ergebnisdarstellung und Bewertung

August, 2013
Br./ epw1222108

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht		Seite
1	Auftrag und Zusammenfassung	1
2	Hydrologische Gebietsbeschreibung	2
3	Retentionsvolumen des Werratalsees	4
4	Modelleinsatz	5
4.1	Berechnungsgrundlagen	5
4.2	Berechnungsergebnisse	5

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, dessen Wasserstand über zwei Auslaufbauwerke reguliert wird, 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.

Mit den hier beschriebenen Leistungen werden die Auswirkungen der Anhebung des Wasserspiegels im See auf den Hochwasserabfluss in der Werra untersucht.

Die Auswertung des digitalen Geländemodells ergibt, dass bei einer geplanten Wasserstandserhöhung auf den vorgesehenen Zielwasserstand ca. 1,1 Mio m³ Retentionsvolumen verloren gehen.

Durch den Retentionsraumverlust ergibt sich eine geringe Erhöhung der maximalen Durchflüsse und entsprechend der maximalen Wasserspiegellagen. Bei den Differenzen der Wasserspiegellagen werden Werte kleiner einem Zentimeter berechnet. 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.

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. Typische gemessene Hochwasserwellen zeigen einen steilen Anstieg des Abflusses. Beispielhaft ist in nachfolgender Abbildung der Abfluss während des Hochwasserereignisses im Januar 2011 dargestellt [2].

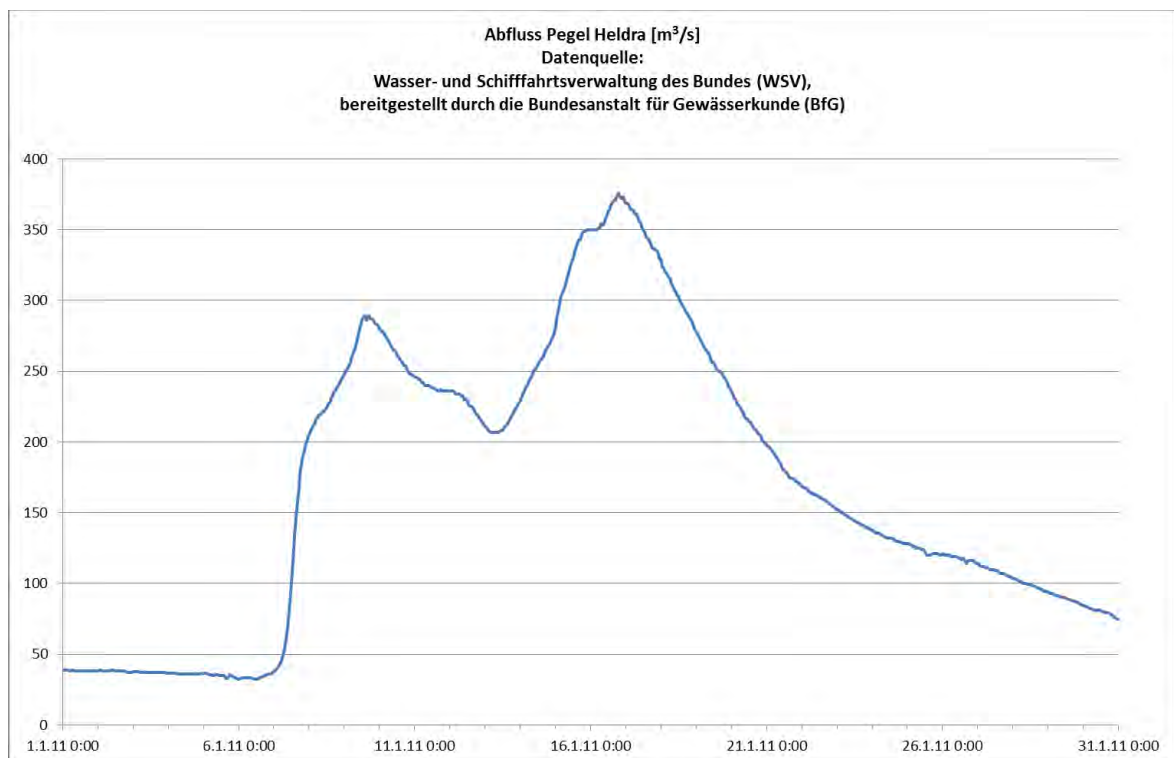


Abbildung 1: Abfluss am Pegel Heldra beim Hochwasser im Januar 2011

In nachfolgender Tabelle sind die maßgeblichen Hochwasserabflüsse in Form eines hydrologischen Längsschnittes zusammengestellt [3]. Am Pegel Heldra bewegen sich die Hochwasserabflüsse zwischen $213 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ₂) und $545 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ₂₀₀).

Tabelle 1: Hydrologischer Längsschnitt [3]

Querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ(T) in [m ³ /s]							
		für das Wiederkehrintervall T in [a]							
		2	5	10	20	25	50	100	200
Pegel Vacha (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
Pegel Heiboldshausen	2793	175	245	285	319	329	358	385	410 ^{*)}
Pegel Gerstungen	3039	175	251	296	337	349	384	417	448
Werra o.M. Hörsel	3221	179	256	303	345	358	394	429	462
Werra u.M. Hörsel	4009	198	279	331	380	394	439	483	525
Pegel Frankenroda	4214	203	285	339	389	404	451	497	541
Werra Landesgrenze TH-HE	4274	210	284	335	388	403	452	498	544
Pegel Heldra [AV(Wenzl): 4297 km ²]	4302	213	284	333	387	403	453	499	545
Werra o.M. Frieda [AV(Wenzl): 4385 km ²]	4379	215	286	336	390	407	458	507	555
Werra u.M. Frieda [AV(Wenzl): 4557 km ²]	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
Pegel Allendorf	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 ²]	5169	239	309	362	425	447	514	585	659
Werra u.M. Walse [AV(Wenzl): 5204 km ²]	5201	242	314	367	431	452	519	590	665
Werra Ende gemeinsame LG HE/TH	5221	244	316	370	434	455	522	593	668
Pegel Ludwigstein [AV(Wenzl): 5255 km ²]	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
Pegel Letzer Heller (Nds.)	5487	271	352	411	478	500	567	638	710

3 Retentionsvolumen des Werratalsees

Grundlage für die Ermittlung des Retentionsvolumens im Werratalsee ist die übergebene Vermessung und das daraus erstellte digitale Geländemodell (DGM). Das Retentionsvolumen im See wird für die jeweilige Lamelle zwischen dem Seewasserstand und der kleinsten Geländehöhe des Trenndamms (= 160,75 mNN) ermittelt. Hierbei ergeben sich folgende Werte:

- Planfestgestellter Wasserstand (158,64 mNN): 2,5 Mio m³
- Zielwasserstand (159,64 mNN): 1,4 Mio m³

Im Ergebnis bedeutet dies, dass bei einer geplanten Wasserstandserhöhung auf den vorgesehenen Zielwasserstand ca. 1,1 Mio m³ Retentionsvolumen verloren gehen.

5 Modelleinsatz

5.1 Berechnungsgrundlagen

Verwendet wird ein instationäres eindimensionales Modell unter Einsatz des Programmpaketes SOBEK (<http://www.sobek.nl>). Berechnet wird die hydrodynamische Lösung der instationären eindimensionalen Saint-Venant-Gleichung mit einem Finite Differenzen Verfahren.

Das Modell wurde von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) aufgebaut und für die Anwendung im Projekt übergeben [1]. Das Modell wurde von der BfG im Jahr 2009 erstellt und sowohl stationär, als auch instationär kalibriert. Das Modell beinhaltet die gesamte Werra unterstrom des Pegels Heldra bis zum Zusammenfluss mit der Fulda und ein Stück der Weser.

Modifiziert wurde das Modell im Bereich des Werrastausees. Der Stausee ist über eine Sommerdeich-Option im Modell abgebildet. Hier wurden die Deichhöhen anhand der aktuellen Vermessungsdaten (übergebenes DGM) angepasst und ebenso die Retentionsvolumina des Werrastausees an die Auswertungen des DGMs angeglichen.

Die Berechnungen erfolgen instationär, um Retentionseffekte abbilden zu können. Die Berechnungen werden für unterschiedliche Jährlichkeiten durchgeführt und beinhalten jeweils einen Zustand mit planfestgestelltem Seewasserstand (158,64 mNN) und einen Zustand mit einem um einen Meter erhöhten Wasserstand (159,64 mNN).

Als oberstromige Randbedingung wird eine Zuflusswelle am Pegel Heldra vorgegeben. Die Zuflussganglinie wird entsprechend dem Hochwasserereignis Januar 2011 gewählt. Die Abflüsse werden auf die entsprechenden Abflüsse der unterschiedlichen Jährlichkeiten skaliert. Die unterstromige Randbedingung (Wasserstands-Abflussbeziehung in der Weser) wird unverändert aus dem BfG-Modell übernommen. Für die Wehrstellungen wird ein Betrieb gemäß Winterstau angesetzt.

5.2 Berechnungsergebnisse

Berechnet werden die insgesamt sechs Hochwasserereignisse mit unterschiedlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit: HQ₅, HQ₁₀, HQ₂₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀ und HQ₂₀₀.

Aus den Berechnungsergebnissen werden zunächst pro berechnetem Abflussereignis die maximalen Wasserstände am Trenndamm zwischen Werra und Werratalsee ausgewertet. Ab einem HQ₁₀ stellt sich eine Überströmung des Trenndamms um wenige Zentimeter ein. Bei größeren Hochwasserereignissen ist die Überströmung entsprechend stärker ausgeprägt.

Zur Beurteilung der Auswirkungen des Retentionsraumverlustes durch eine Stauerhöhung im Werratalsee, werden die Abflüsse und die Wasserspiegel in der Werra unterstrom des Werratalsees ausgewertet. Durch die fehlende Retentionswirkung im See bei einer Stauerhöhung um einen Meter, erhöht sich der Abfluss in der Werra im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle und verringert sich entsprechend im abfallenden Ast der Welle. Exemplarisch ist dies für das HQ50-Ereignis in nachfolgender Abbildung dargestellt.

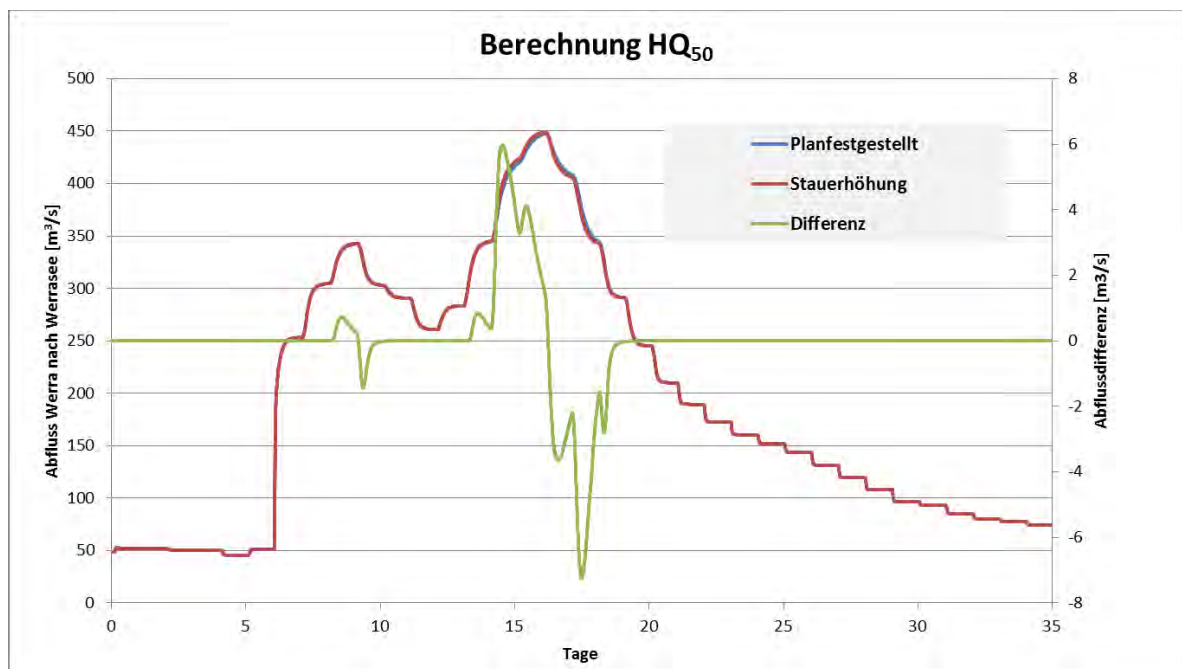


Abbildung 2: Berechnete Abflussganglinie in der Werra (unterstrom des Sees) für den planfestgestellten Zustand und den Zustand mit Stauerhöhung für ein HQ50 Ereignis (Differenz = Variante Stauerhöhung – Variante Planfestgestellt)

Maßgebend für die sich einstellenden maximalen Wasserspiegellagen (und die damit verbundenen ggf. auftretenden Überschwemmungen) ist der maximale Durchfluss in der Werra. Die berechneten Werte sind für die unterschiedlichen Berechnungsfälle in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Hochwasserereignis	Zufluss zu Werra Am Pegel Heldra [m ³ /s]	Abflussspitze der Werra unterstrom des Werrasees [m ³ /s]		Wasserspiegeldifferenz unterstrom Werrastau- see [cm]
		Seewasserstand planfestgestellt (158,64 mNN)	Seewasserstand Stauerhöhung (159,64 mNN)	
HQ 5	284	284,0	284,0	0,0
HQ 10	333	332,7	332,8	0,0
HQ 20	387	384,3	385,0	0,4
HQ 50	453	447,7	449,1	0,8
HQ 100	499	493,4	494,7	0,5
HQ 200	545	539,7	540,1	0,2

Durch den Retentionsraumverlust ergibt sich eine geringe Erhöhung der maximalen Durchflüsse und entsprechend der maximalen Wasserspiegellagen. Bei den Differenzen der Wasserspiegellagen werden Werte kleiner einem Zentimeter berechnet. Der Durchgang der Hochwasserwelle wird durch die verringerte Retentionswirkung etwas beschleunigt, der Scheitel trifft etwa eine halbe Stunde früher ein.

Die relativ geringen Auswirkungen des Retentionsraumverlustes auf die Maximalwerte der Abflüsse und damit auf die Wasserspiegellagen ist dadurch begründet, dass der Retentionsraum ungesteuert geflutet wird. Das bedeutet, dass der Retentionsraum nahezu vollständig gefüllt ist bevor die eigentliche Hochwasserspitze eintrifft, sodass dann nur noch geringe Unterschiede auftreten.

Sachbearbeiter:
Dipl.-Geol. F. Krebs
Dr.-Ing. C. Braun

Koblenz, im August 2013
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Dr.-Ing. K. Lippert