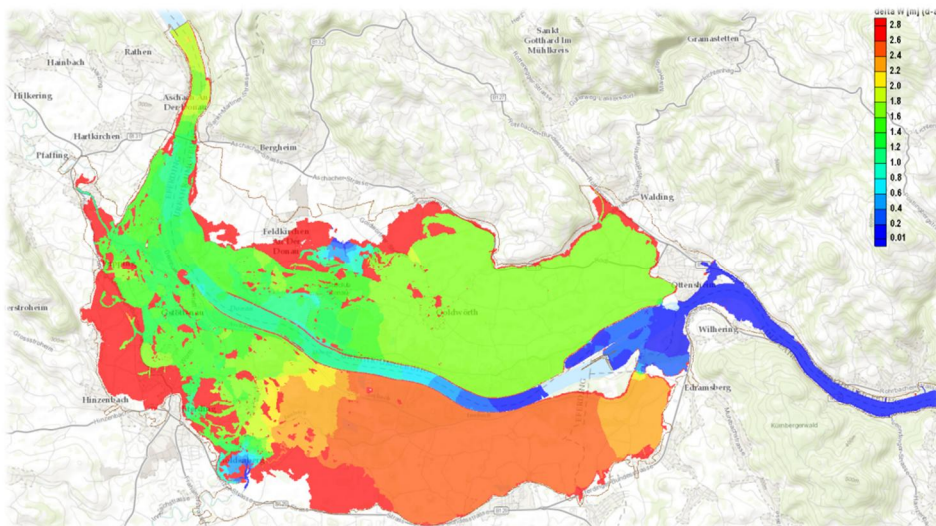


Hochwasser 2013

Numerische Modellierung zur Erstellung von vertiefenden Grundlagen für HW-Management, Alarmplanung und Hochwasserschutz

EXTREM-Verlandung Stauräume Aschach und Ottensheim-Wilhering

Version -01₀₀₂ – 22.04.2016



im Auftrag von:

Amt der
Oö. Landesregierung



Linz/Wien, im April 2016

PÖYRY Energy GmbH

Kontakt

DI Georg Puchner
Laaer-Berg-Straße 43
A-1100 Wien
Austria
Tel. +43 (0)1 53 605 - 0
Fax +43 (0)1 53 605-165

PÖRY Energy GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	<i>Ausgangssituation, Untersuchungsszenarium und Zielsetzung</i>	3
1.2	<i>Weitere Vorbemerkungen</i>	3
2	Hydrologische Festlegungen	4
3	Modelltechnische Anpassungen und Umsetzung der WBO	4
3.1	<i>Sohllagen und Modellgeometrie</i>	4
3.2	<i>Berücksichtigung der behördlichen Vorgaben</i>	7
4	Berechnungen und Ergebnisse	7
4.1	<i>EXTREM-Verlandung Stauraum Aschach (1D)</i>	7
4.2	<i>EXTREM-Verlandung Stauraum Ottensheim-Wilhering und Eferdinger Becken (2D)</i>	9
5	Zusammenfassung	13

Anhang

Stauraum Ottensheim-Wilhering: Differenz der Wassertiefe und zusätzlich betroffene Bereiche

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation, Untersuchungsszenarium und Zielsetzung

Im Rahmen der Phase III des Projekts zur Aufarbeitung des Hochwassers vom Juni 2013 (im Nachfolgenden mit „06/2013“ bzw. „HW2013“ bezeichnet) wurde PÖRY Energy GmbH vom Amt der Oö. Landesregierung mit der Simulation unterschiedlicher Verlandungsszenarien und der Analyse deren Auswirkungen auf das Eferdinger Becken beauftragt¹.

In Ergänzung zu den im Endbericht² dokumentierten 3 Verlandungsszenarien wurde ein weiteres Verlandungsszenario berechnet und ausgewertet, welches im vorliegenden Bericht beschrieben wird.

Bei diesem zusätzlichen 4. Verlandungsszenario wurde entsprechend der Vorgaben des Auftraggebers ein rein hypothetisches, besonders extremes Szenario definiert³. Als Grundannahme für dieses Szenario wurde festgelegt, dass die Sohle bis zur Unterkante der Schifffahrtsrinne verlandet sei. Dieses Verlandungsszenario, das im Folgenden als „EXTREM-Verlandung“ bezeichnet wird, stellt zwar einen hydraulisch-morphologisch denkunmöglichen Zustand dar, soll jedoch die absoluten Obergrenzen des Sohleinflusses auf das Überflutungsgeschehen im Eferdinger Becken aufzeigen.

1.2 Weitere Vorbemerkungen

Analog zu den Verlandungsszenarien die im Endbericht zur Aufarbeitung des HW2013 angeführt sind (vgl. Fußnote 2) wurde auch für das Szenario „EXTREM-Verlandung“ festgelegt, dass die beiden Stauräume Aschach („BAS“) und Ottensheim-Wilhering („BOW“) entkoppelt betrachtet werden und somit explizit die Einflüsse eines jeden Stauraums für sich getrennt ermittelt werden sollen.

Des Weiteren gilt auch für das Szenario „EXTREM-Verlandung“, dass der Stauraum Aschach grundsätzlich lediglich im Hinblick auf mögliche Änderungen des Durchflusses Einfluss auf die zu erwartenden Verhältnisse im Eferdinger Becken hat. Die sich ergebenden Wasserspiegellagen im Stauraum Aschach sind dagegen für das Eferdinger Becken - zumindest unmittelbar⁴ - nicht von Bedeutung. Insofern wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber entschieden, dass der Stauraum Aschach mit Hilfe des 1D-Modells untersucht werden kann und eine 2D-Modellierung nur für den Stauraum Ottensheim-Wilhering bzw. das Eferdinger Becken erforderlich ist.

¹ Land OÖ: Auftrag OGW-800000/186-2013/Wef/Wd vom 30.07.2013

² Hochwasser 2013: Numerische Modellierung zur Erstellung von vertiefenden Grundlagen für HW-Management, Alarmplanung und Hochwasserschutz. Endbericht. PÖRY Energy GmbH, 2016. Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung.

³ Für die Entstehung bzw. Entwicklung und/oder auch über die möglichen Ursachen eines solchen hypothetischen Extremszenarios bzw. Verlandungszustandes können und sollen daher keine Erklärungen geliefert werden.

⁴ Die Wasserspiegellagen im Stauraum Aschach haben jedoch insofern Einfluss auf das Eferdinger Becken, als bei Änderungen in der Sohlage auch Durchflussänderungen am Kraftwerk erforderlich sein können, um die behördlichen Vorgaben (WBO) einzuhalten.

Die anderen 3 - bereits im Endbericht dokumentierten Verlandungsszenarien - sind zwecks Überblick hier nochmals kurz angeführt:

1. Stauraum völlig verlandungsfrei (Zustand bei Stauerrichtung): „S10a“
2. Stauraum im Zustand vor dem HW2013: „S10b“
3. Stauraum im Zustand nach dem HW2013 (Referenz): „S10c“

2 Hydrologische Festlegungen

Gemeinsam mit dem Auftraggeber wurde festgelegt, dass analog zu den anderen 3 Verlandungsszenarien auch für das Szenario „EXTREM-Verlandung“ das HW2013 als hydrologisches Szenario herangezogen wird. Dabei wurden sämtliche Zuflussdaten für die Donau und ihre Zubringer analog zur Nachrechnung des Ereignisses angesetzt⁵.

3 Modelltechnische Anpassungen und Umsetzung der WBO

3.1 Sohlagen und Modellgeometrie

Die Sohlagen für das Szenarium „EXTREM-Verlandung“ wurden aus Daten für die Schifffahrtsrinne abgeleitet, welche von via donau zur Verfügung gestellt wurden.

Dabei wurde die Unterkante des Fahrwasserkastens horizontal nach außen (d.h. quer zur Fließrichtung) extrapoliert und mit der vorhandenen Uferböschung verschnitten (Abb. 3.1).

Da die Schifffahrtsrinne klarerweise auf einen *gestauten* Zustand - und nicht auf den bei Hochwässern abgesenkten Stauraum - ausgelegt ist, ergibt sich, dass im Oberwasserbereich der Kraftwerke die Absenk-Wasserspiegel teils niedriger (!) als die Unterkante der Schifffahrtsrinne liegen. Das würde dazu führen, dass die angedachte Verlandung höher als die Wehrkrone des Kraftwerks reichen würde. Daher wurde vereinfachend festgelegt, dass die Unterkante der Schifffahrtsrinne ab dem Wendepiegel Schlögen (für „BAS“) bzw. Christl (für „BOW“) mit gleichmäßigem Gefälle in Richtung Kraftwerk hin abfällt⁶. Das Gefälle wurde anhand des Sohlverlaufs der anderen Verlandungsszenarien abgeschätzt (Abb. 3.2 und Abb. 3.3).

⁵ Insofern sei für den Stauraum Aschach auf den Bericht aus Phase I verwiesen (Hochwasser 2013: Grob-Analyse und Modellierung, Endbericht, PÖYRY Energy GmbH, 2014. Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung und des Amtes der NÖ Landesregierung). Die angesetzten Werte für den Stauraum Ottensheim-Wilhering sind hingegen im Endbericht zur Phase II und III (vgl. Fußnote 2) umfassend beschrieben.

⁶ Tatsächlich bleibt die Höhenlage der Schifffahrtsrinne im unteren Bereich eines Stauraums unverändert, d.h. sie verläuft im Längenschnitt gesehen horizontal, da der Schiffsverkehr natürlich auf den gestauten Zustand ausgelegt ist.

Abb. 3.1 Schifffahrtsrinne (oben) und daraus abgeleitete Verlandungssohle für Szenario „EXTREM-Verlandung“ (unten), exemplarisch für Fkm 2202

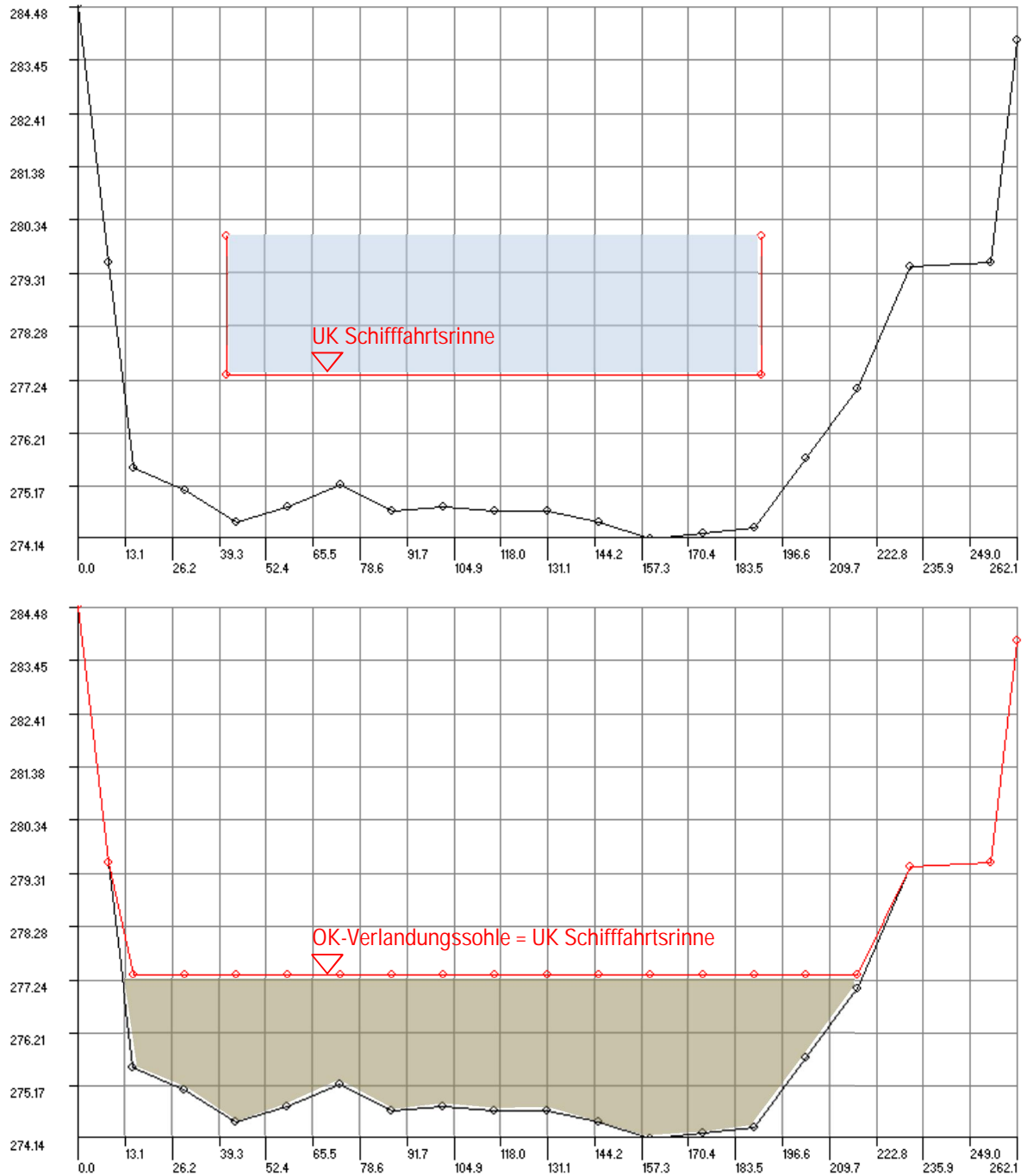
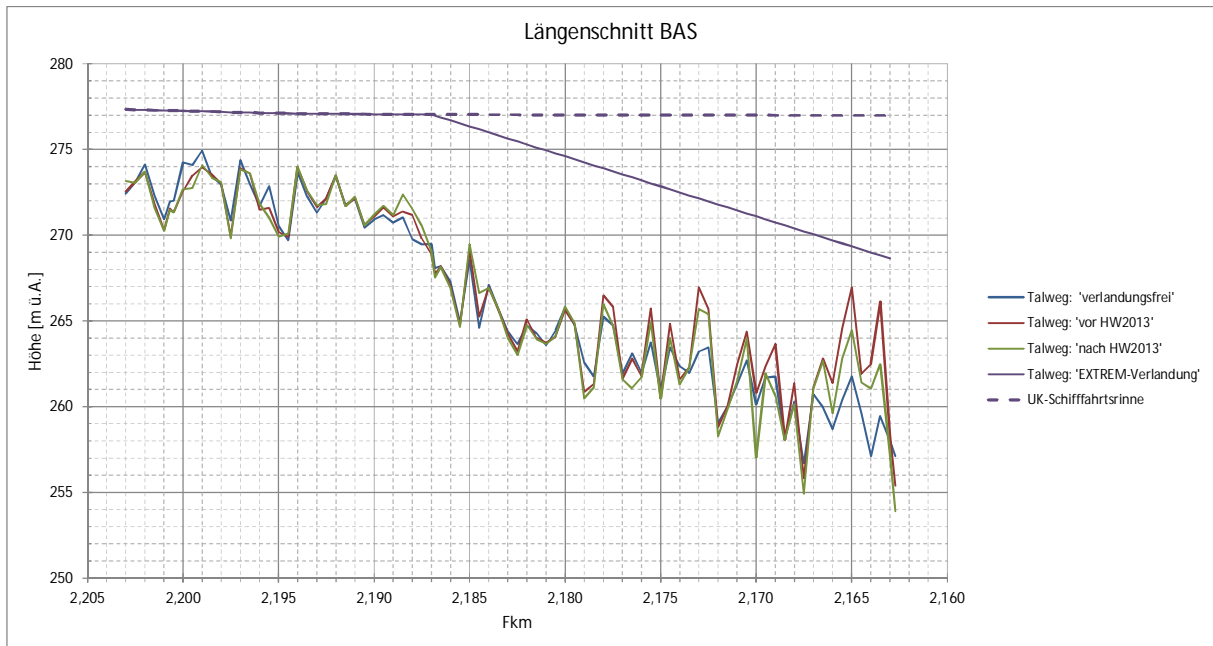
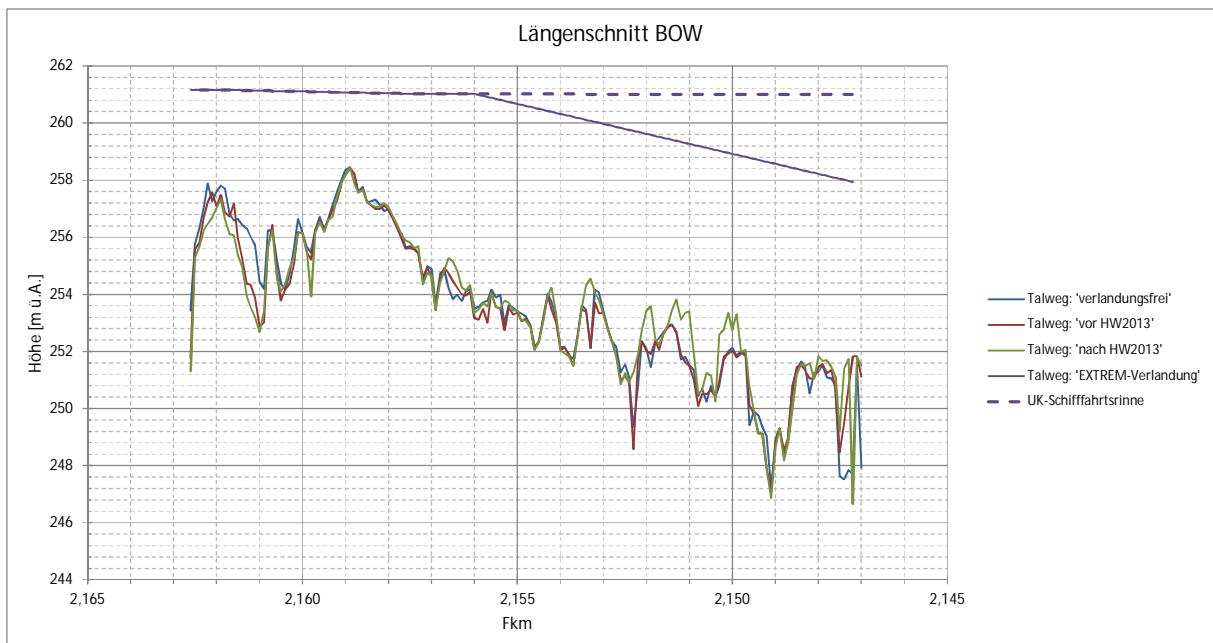


Abb. 3.2 Anpassung des Sohlängsverlaufs für Szenario „EXTREM-Verlandung“ im Stauraum Aschach



Um zu vermeiden, dass die Verlandungssohle im unteren Bereich des Stauraums über der Wehrkrone des Kraftwerks zu liegen kommt (lila strichlierte Linie), wurde ab dem Wendepunkt Schlögen ein lineares Längsgefälle von 0,35‰ angesetzt (lila Linie).

Abb. 3.3 Anpassung des Sohlängsverlaufs für Szenario „EXTREM-Verlandung“ im Stauraum Ottensheim-Wilhering



Um zu vermeiden, dass die Verlandungssohle im unteren Bereich des Stauraums über der Wehrkrone des Kraftwerks zu liegen kommt (lila strichlierte Linie), wurde ab dem Wendepunkt Christl ein lineares Längsgefälle von 0,35‰ angesetzt (lila Linie).

3.2 Berücksichtigung der behördlichen Vorgaben

Sowohl im 1D- als auch im 2D-Modell sind die Wehrbetriebsordnungen in vereinfachter Form abgebildet. Das bedeutet, dass sämtliche Vorgaben *implizit* mittels einer eindeutigen W/Q-Beziehung für den OW-Pegel eines jeweiligen Kraftwerks umgesetzt werden⁷.

Diese im Modell hinterlegten W/Q-Beziehungen wurden für bestimmte Verhältnisse im Stauraum ermittelt und sind auch nur innerhalb bestimmter Grenzen (d.h. Abweichungen von diesem Zustand) gültig.

Da für das Szenario „EXTREM-Verlandung“ jedoch massiv von diesem Zustand abgewichen wird, ist es hydraulisch nicht möglich, die (aktuell geltenden) Vorgaben durch entsprechenden Wehrbetrieb einzuhalten. Konkret bedeutet das, dass die an den Wendepiegeln aktuell einzuhaltenden Wasserspiegellagen beim untersuchten hypothetischen Verlandungsszenario unmöglich eingehalten werden können, da diese *auch ohne Kraftwerk* aufgrund der geometrischen Verhältnisse *höher liegen*.

Daher musste vereinfachend angenommen werden, dass dem Szenario „EXTREM-Verlandung“ ebenfalls hypothetische WBO-Vorgaben zugrunde liegen, die beim untersuchten hydrologischen Szenario (HW2013) einen zum derzeitigen Zustand identen Betrieb des Kraftwerks ergäben (d.h. die Absenk- bzw. Aufstauvorgänge wären zeitlich synchron zum aktuellen Zustand). Dazu wird vorausgesetzt, dass an den Wendepiegeln wesentlich höhere Wasserstände zulässig wären als derzeit.

4 Berechnungen und Ergebnisse

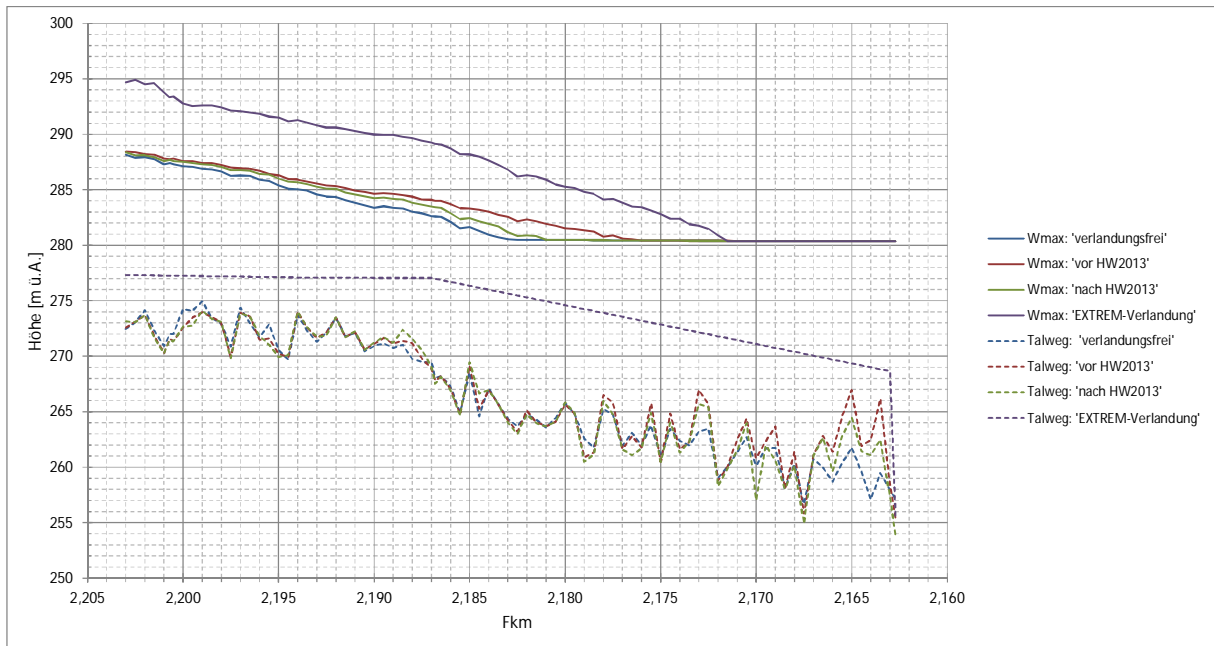
4.1 EXTREM-Verlandung Stauraum Aschach (1D)

Die Berechnungen zeigen, dass sich infolge des extremen Verlandungszustands massiv erhöhte maximale Wasserspiegellagen, d.h. im Ausmaß von bis zu +5-7 m (!), ergeben (Abb. 4.1). Die Sohlage hat damit zwar immensen Einfluss auf die sich im Stauraum Aschach ergebenden Wasserspiegellagen, jedoch in Bezug auf Durchflussänderungen beim KW Aschach und damit für das Eferdinger Becken resultieren daraus keine maßgeblichen Auswirkungen (Abb. 4.2).

Die in Tab. 4.1 zusammengestellten Scheiteldurchflüsse belegen nochmals, dass sich aus unterschiedlichen Verlandungszuständen im Stauraum Aschach keine maßgeblichen Auswirkungen auf das Eferdinger Becken ergeben und dass stärkere Verlandungszustände im Gegenteil sogar zu tendenziell verringerten Abflussspitzen führen (Einfluss auf Q_{max} <6‰).

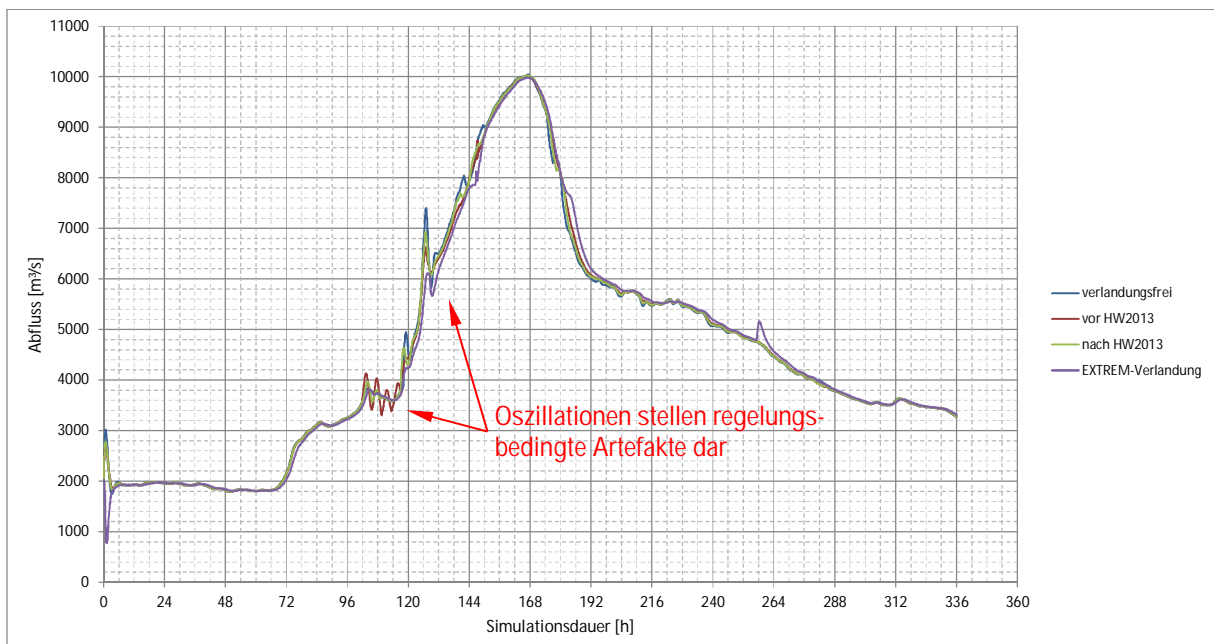
⁷ Die Wehrbetriebsordnungen geben hingegen eine Abfolge von einzuhaltenden Wasserständen an unterschiedlichen Stellen im Stauraum (OW-Pegel, Wendepiegel, etc.) vor, die üblicherweise nicht unmittelbar an bestimmte Durchflüsse geknüpft ist.

Abb. 4.1 Längenschnitt von Wasserständen und Talweg im Stauraum Aschach bei unterschiedlichen Verlandungszuständen



Die Abbildung zeigt die beim simulierten Ereignis (HW2013) sich ergebenden maximalen Wasserstände für die Verlandungszustände „verlandungsfrei“ (blaue Linie), „vor HW2013“ (rote Linie), „nach HW2013“ (grüne Linie) und „EXTREM-Verlandung“ (lila Linie). Gleichzeitig ist der Talweg des jeweiligen Szenarios in der gleichen Farbe, jedoch strichliert, dargestellt.

Abb. 4.2 Abflussganglinie beim KW Aschach bei unterschiedlichen Verlandungszuständen



Die Abbildung zeigt die beim simulierten Ereignis (HW2013) sich ergebenden Durchflüsse für die Verlandungszustände „verlandungsfrei“ (blaue Linie), „vor HW2013“ (rote Linie), „nach HW2013“ (grüne Linie) und „EXTREM-Verlandung“ (lila Linie). Die teilweise vorhandenen regelungsbedingten Artefakte in der Absenkephase ergeben sich aufgrund der nicht vollständig optimierten Parametrisierung der Regelung und haben keinen maßgeblichen Einfluss auf die Gesamtaussage.

Tab. 4.1 Maximalabflüsse beim KW Aschach bei unterschiedlichen Verlandungszuständen
 (Werte in m^3/s)

Szenario	Abfluss Kraftwerk Aschach
verlandungsfrei	10040
vor HW2013	10020
nach HW2013	10030
EXTREM-Verlandung	9980

Der mögliche Einfluss unterschiedlicher Verlandungszustände des Stauraums Aschach auf den Maximalabfluss im Eferdinger Becken liegt demzufolge rechnerisch bei nicht mehr als 6‰ und geht mit einer Abnahme bei steigendem Verlandungsgrad einher (d.h. die Verlandung im Stauraum Aschach wirkt sich sogar minimal senkend auf den resultierenden Zufluss ins Eferdinger Becken aus). Eine - in der Natur - merkbare Änderung des Maximaldurchflusses ist dadurch jedoch nicht gegeben.

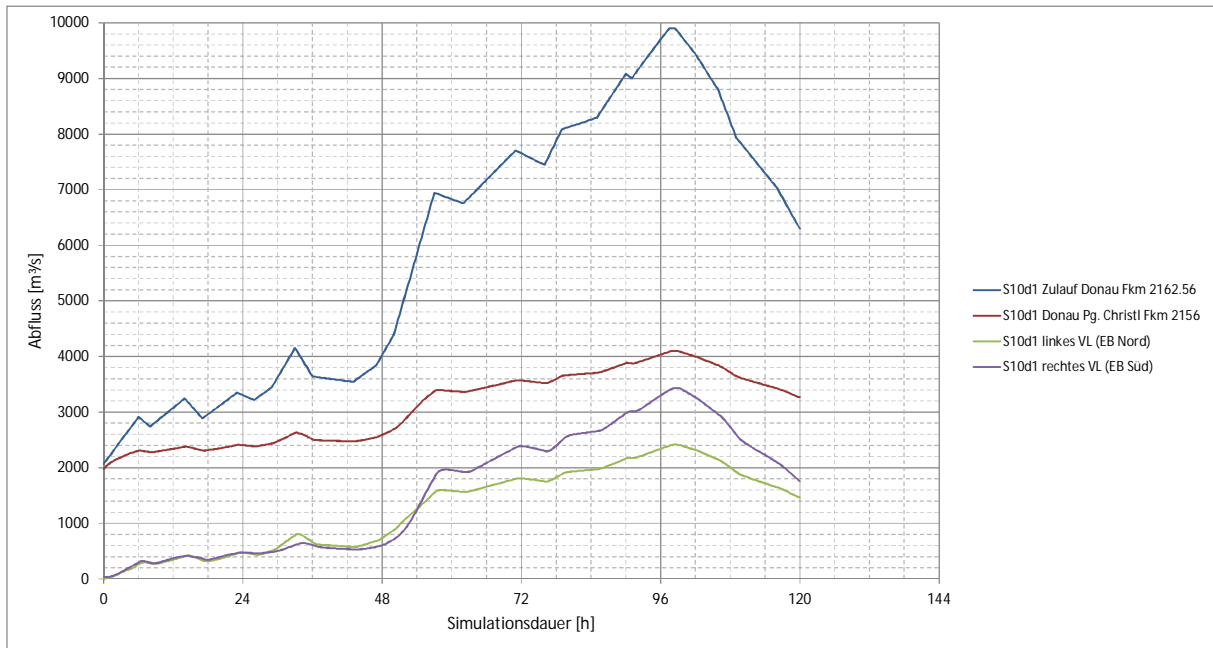
4.2 EXTREM-Verlandung Stauraum Ottensheim-Wilhering und Eferdinger Becken (2D)

Die Berechnungen zeigen, dass als Folge der extrem hohen Sohlage beide Überströmstrecken bereits ab einem Durchfluss von ca. $2200 m^3/s^8$ überströmt werden (Abb. 4.3). Das führt bei weiter steigendem Durchfluss zu sehr hohen Abflüssen über die Überströmstrecken und deutlich reduziertem Abfluss durch das Kraftwerk selbst.

Für Donauabschnitte unterhalb des Stauraums Ottensheim-Wilhering ergeben sich Verbesserungen im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle, da bis zu einem Zufluss von ca. $7500 m^3/s$ Abflussspitzen infolge der verstärkten Ausuferungen bzw. Retention gekappt werden und sich der Anstieg deutlich verzögert (Abb. 4.4). In Hinblick auf den Hochwasserscheitelabfluss ergeben sich letztlich aber kaum Veränderungen, weder in Bezug auf den Abflusswert noch auf den Auftrittszeitpunkt, wie am Beispiel des Pegels Wilhering gezeigt wird.

⁸ $MQ = 1450 m^3/s$, $HQ1 = 4000 m^3/s$ am Pegel Aschach (Quelle: via donau)

Abb. 4.3 Abfluss über die Überströmstrecken bei Szenario „EXTREM-Verlandung“



Die Abbildung zeigt die Durchflüsse in der Donau vor (blaue Linie) und nach (rote Linie) der ÜSS. Der Abfluss über die ÜSS ins nördliche Eferdinger Becken (grüne Linie) ist geringer als jener in das südliche Eferdinger Becken (lila Linie), wobei beide Abflüsse beim Szenario „EXTREM-Verlandung“ gegenüber den aktuell realen Verhältnissen stark erhöht sind (vgl. Tab. 4.2).

Abb. 4.4 Abfluss beim Pegel Wilhering bei unterschiedlichen Verlandungszuständen



Die Abbildung zeigt Durchflüsse am Pegel Wilhering für die Verlandungszustände „verlandungsfrei“ (blaue Linie), „vor HW2013“ (rote Linie), „nach HW2013“ (grüne Linie) und „EXTREM-Verlandung“ (lila Linie). Aufgrund der massiv verstärkten Abflüsse ins Vorland an den ÜSS (welche bereits bei einem verhältnismäßig sehr niedrigem Donauabfluss von 2000 m³/s einsetzen) und der damit verbundenen Retention werden beim Szenario „EXTREM-Verlandung“ bis ca. 7500 m³/s Abflussspitzen deutlich gedämpft bzw. erfolgt eine maßgebliche Verzögerung beim Anstieg der Hochwasserwelle. Bei weiter steigendem Zufluss geht dieser Effekt aber wieder verloren, da sich - wie am untersuchten HW-Szenario deutlich wird - nach der vollständigen Ausschöpfung des Retentionsvermögens und weiter steigendem Durchfluss schließlich in Bezug auf Scheitelwert und -auftrittszeitpunkt keine wesentliche Veränderung für die Unterlieger des Eferdinger Beckens mehr ergibt.

Die berechneten Spitzenabflüsse für die ÜSS und den für Unterlieger relevanten Pegel Wilhering sind in der nachfolgenden Tabelle vergleichend zusammengestellt (Tab. 4.2). Darin ist der beschriebene Einfluss auf die Abflüsse in das Vorland quantifiziert.

Tab. 4.2 Maximalabflüsse an maßgeblichen Stellen im Eferdinger Becken bei unterschiedlichen Verlandungszuständen (Werte in m³/s)

Szenario	ÜSS Eferdinger Becken Nord	ÜSS Eferdinger Becken Süd	Pegel Wilhering
verlandungsfrei	430	770	9390
vor HW2013	530	870	9400
nach HW2013	930	1150	9400
EXTREM-Verlandung	2420	3440	9420

Die Auswirkungen auf die Wasserstände in den überfluteten Bereichen ist in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt (Abb. 4.5 bis Abb. 4.6). Dabei ist zum einen die Erhöhung der Wasserspiegellagen bzw. Wassertiefen infolge des Szenarios „EXTREM-Verlandung“ im Vergleich zum ursprünglichen Zustand (Szenario „verlandungsfrei“) und zum anderen im Vergleich zum IST-Zustand (Szenario „nach HW2013“) ausgewertet. Weiters sind jene Bereiche ausgewiesen, die zusätzlich von Überflutungen betroffen sind⁹.

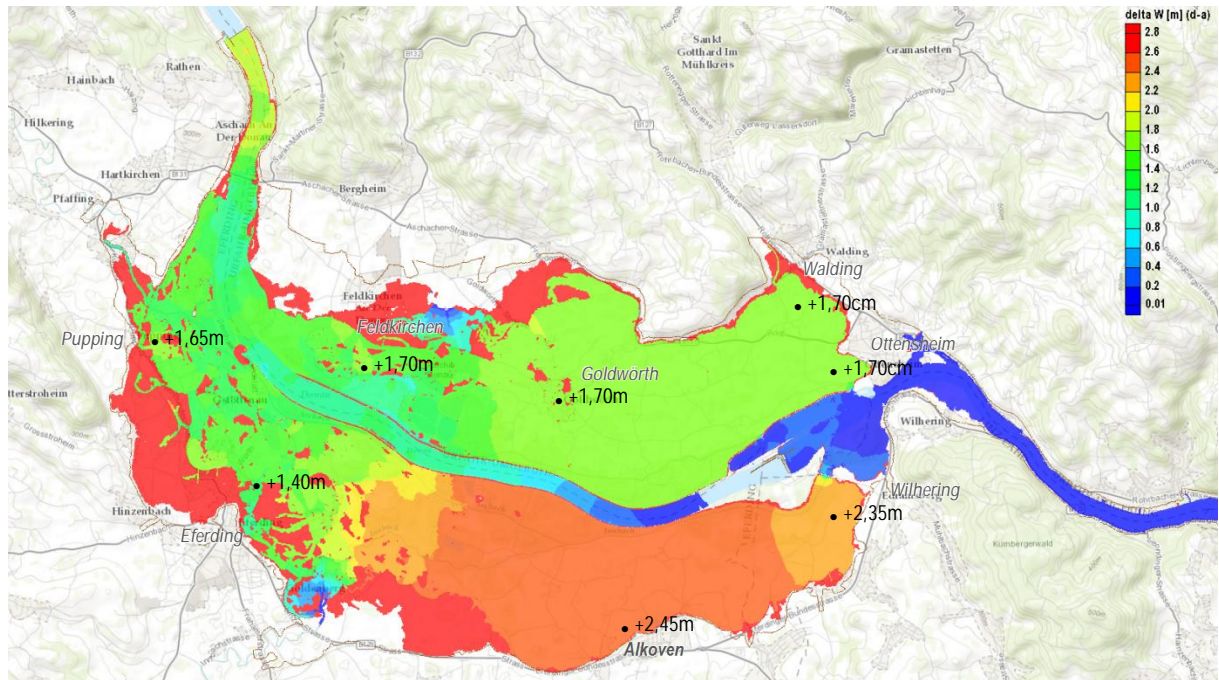
Im Vergleich zum Szenario „verlandungsfrei“ ergeben sich Wasserspiegeldifferenzen im Bereich von rd. +1,40 m (Eferding) bis +2,45 m (Alkoven).

Im Vergleich zum Szenario „nach HW2013“ ergeben sich Wasserspiegeldifferenzen im Bereich von rd. +0,85 m (Feldkirchen) bis +2,20 m (Alkoven).

Insgesamt zeigt sich für das Szenario „EXTREM-Verlandung“, dass im Gegensatz zu den zuvor untersuchten Verlandungsszenarien die Überflutungshöhen in den im *östlichen Bereich* des Eferdinger Beckens gelegenen Gemeinden (Walding, Ottensheim, Goldwörth, Wilhering und v.a. Alkoven) am meisten ansteigen. Aber auch an allen anderen Gemeinden des Eferdinger Beckens erreicht das Ausmaß der Wasserspiegelerhöhungen bei diesem hypothetischen Verlandungszustand extremste und katastrophale Ausmaße.

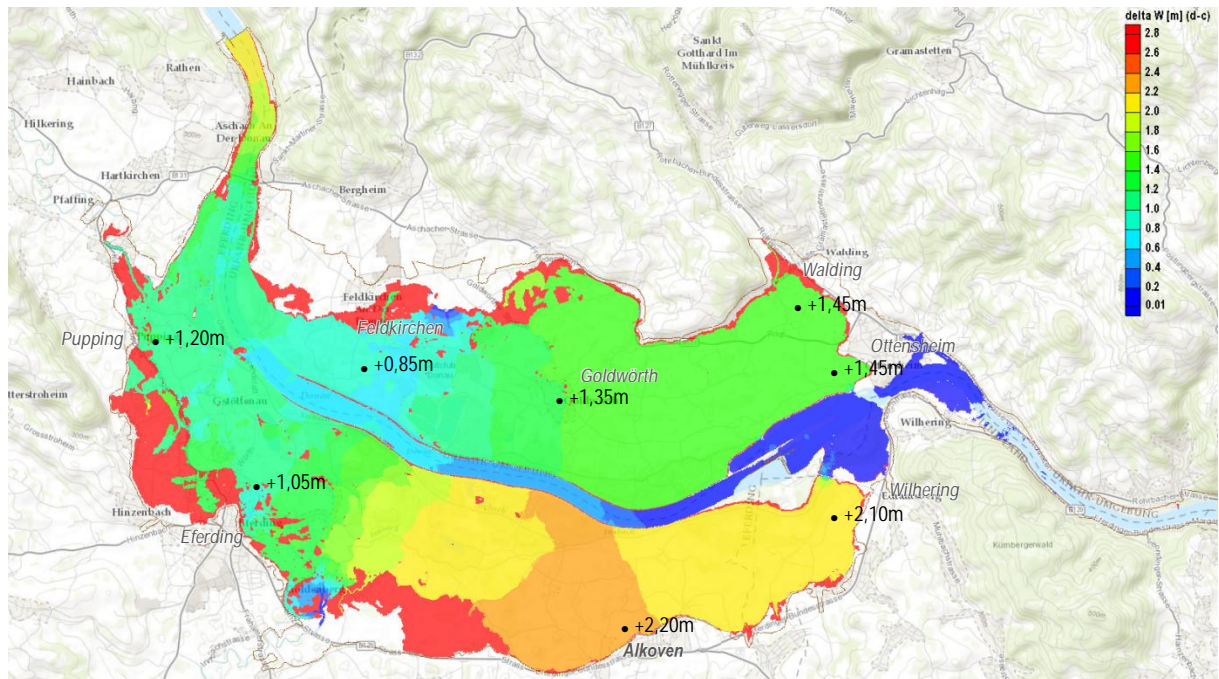
⁹ Vergrößerte Darstellungen der Abbildungen finden sich im Anhang.

Abb. 4.5 Differenz der maximalen Wasserspiegellagen ($Q = HW2013$):
 EXTREM-Verlandung vs. Donausohle bei Stauerrichtung



Die angeführten Werte sind gerundet und stellen repräsentative Werte für die jeweilige Gemeinde dar. Rote Flächen zeigen Bereiche auf, welche beim „verlandungsfreien“ Szenario nicht überflutet werden (diese Flächen stehen daher in keinem Zusammenhang mit Wasserspiegeldifferenzen im Ausmaß von mehr als 2,8 m, welche - sofern sie auftreten würden - gem. der obigen Legende ebenfalls rot dargestellt wären).

Abb. 4.6 Differenz der maximalen Wasserspiegellagen ($Q = HW2013$):
 EXTREM-Verlandung vs. Donausohle nach HW2013



Die angeführten Werte sind gerundet und stellen repräsentative Werte für die jeweilige Gemeinde dar. Rote Flächen zeigen Bereiche auf, welche beim Szenario „nach HW2013“ nicht überflutet werden (diese Flächen stehen daher in keinem Zusammenhang mit Wasserspiegeldifferenzen im Ausmaß von mehr als 2,8 m, welche - sofern sie auftreten würden - gem. der obigen Legende ebenfalls rot dargestellt wären).

5 Zusammenfassung

In Ergänzung zu den im Projekt zur Aufarbeitung des Hochwassers vom Juni 2013 untersuchten 3 Verlandungsszenarien wurde im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung ein weiteres Verlandungsszenario berechnet und ausgewertet.

Bei diesem zusätzlichen 4. Verlandungsszenario wurde entsprechend der Vorgaben ein rein hypothetisches, besonders extremes Szenario definiert, bei dem im Wesentlichen die Sohle bis zur Unterkante der Schifffahrtsrinne als verlandet angenommen wurde („EXTREM-Verlandung“).

Dieses Verlandungsszenario stellt zwar einen hydraulisch-morphologisch denkunmöglichen Zustand dar, soll jedoch die absoluten Obergrenzen des Sohleinflusses auf das Überflutungsgeschehen im Eferdinger Becken aufzeigen.

Die Untersuchungen des Szenarios „EXTREM-Verlandung“ führten zusammengefasst zu folgenden Erkenntnissen:

- Ein hypothetischer, extrem hoher Verlandungsgrad des Stauraums Aschach hat:
 - trotz seines Ausmaßes einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf die zu erwartenden Überflutungen im Eferdinger Becken (Einfluss auf $Q_{max} < 6\%$)
 - klarerweise einen massiven Einfluss auf die zu erwartenden Maximalwasserstände im eigenen Stauraum (+5-7 m)
- Ein hypothetischer, extrem hoher Verlandungsgrad des Stauraums Ottensheim-Wilhering hat:
 - extrem großen Einfluss auf die Abflüsse über die ÜSS (Abwurf ins Vorland bereits ab ca. 2200 m³/s)
 - und somit eine massive und katastrophale Erhöhung der Überflutungswassertiefen im gesamten Eferdinger Becken zur Folge, wobei relativ gesehen die stärksten Anstiege in den östlichen Gemeinden des Eferdinger Beckens (Ottensheim, Walding, Wilhering und v.a. Alkoven) auftreten
 - führt zu einer deutlichen Vergrößerung der von Überflutung betroffenen Gebieten im Eferdinger Becken
 - für die Unterlieger bei Hochwasserabflüssen bis ca. 7500 m³/s aufgrund der verstärkten Ausuferungen bzw. Retentionswirkung positiverweise eine maßgebliche Dämpfung von Abflussspitzen sowie eine Verzögerung im Hochwasseranstieg zur Folge
 - bei Hochwasserabflüssen über ca. 7500 m³/s kaum Auswirkungen auf den Scheitelwert und seinen Auftrittszeitpunkt für Unterlieger des Eferdinger Beckens