

Anhang 6: Maßnahmen des natürlichen und technischen Hochwasser-Rückhalts im Einzugsgebiet

Teil 2: Wirkungsvergleich fiktive Rückhaltebecken an den Zuflüssen – Flutpolder an der Donau

Titel der Untersuchung:	Untersuchung der exemplarischen Wirkung von fiktiven Rückhaltebecken an Gewässern im Einzugsgebiet auf den Hochwasserscheitel an der Donau im Vergleich zur Wirkung geplanter Flutpolder mittels Wasserhaushaltsmodell LARSIM
Auftraggeber:	Bayer. Landesamt für Umwelt
Auftragnehmer:	HYDRON GmbH, Karlsruhe
Laufzeit:	September 2016 bis März 2018

1. Ziel

Im Rahmen des Hochwasserdialogs wurde seitens der Bevölkerung vielfach vorgeschlagen, das Hochwasserrisiko an der Donau mit vielen im gesamten Donaueinzugsgebiet („Donau-EZG“) verteilten Hochwasserrückhaltebecken („HRB“) und nicht mit gesteuerten Flutpoldern zu reduzieren. Zur Wirkung vieler HRB lagen jedoch keine einzugsgebietspezifischen Zahlen vor. Ziel der Untersuchungen war es daher, die Wirkung einer größeren Anzahl fiktiver Hochwasserrückhaltebecken an den Gewässern im Einzugsgebiet auf sehr große Hochwasserabflüsse der Donau exemplarisch darzustellen und mit der Wirkung von Flutpoldern an der Donau zu vergleichen.

2. Vorgehensweise

Allgemeines:

Die Untersuchung wurde mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM durchgeführt, das in der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung seit Jahren erfolgreich in der Hochwasservorhersage und -modellierung eingesetzt wird. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich auf das gesamte Donaueinzugsgebiet oberhalb des Pegels Straubing, wobei folgende drei Projektgebiete, in denen jeweils im untersten Donauabschnitt ein Überlastfall angenommen wurde, betrachtet wurden:

- Projektgebiet A: Donau-EZG bis zum Zielpegel Donauwörth/Donau
- Projektgebiet B: Donau-EZG bis zum Zielpegel Kelheim/Donau
- Projektgebiet C: Donau-EZG bis zum Zielpegel Straubing/Donau

Für den Wirkungsvergleich wurden im bayerischen Teil des EZG im Projektgebiet A sowie bei den anderen jeweils hinzukommenden Teileinzugsgebieten je 100 fiktive HRB (also insgesamt 300) großflächig im Einzugsgebiet verteilt und in das Wasserhaushaltsmodell LARSIM eingebaut. Dies erfolgte ohne Planungsbezug (d. h. keine Berücksichtigung lokaler Notwendigkeit, Topographie, Umsetzbarkeit etc.). Die HRB-Standorte wurden so festgelegt, dass sie zum einen „parallel geschaltet“ sind (d. h. pro Gewässer nur ein HRB, z. B. vor der Mündung in Vorfluter) und zum anderen eine möglichst große Einzugsgebietsfläche abdecken (im Mittel ca. 70 % der jeweiligen bayerischen Einzugsgebiete oberhalb der drei Zielpegel).

Bemessung der einzelnen fiktiven Rückhaltebecken:

Jedes fiktive HRB wurde auf Grundlage des 100-jährlichen KOSTRA-Niederschlags (KOSTRA = koordinierte Starkniederschlagsauswertung des Deutschen Wetterdienstes) bemessen, da in Bayern der Hochwasserschutz im Regelfall auf ein hundertjährliches Hochwasserereignis HQ₁₀₀ dimensioniert wird. Zunächst wurde an jedem fiktiven HRB-Standort die aus dem 100-jährlichen KOSTRA-Niederschlag resultierende Hochwasserwelle ermittelt. Im Verhältnis zur Größe dieser Hochwasserwelle wurde das Rückhaltevolumen auf die fiktiven HRB-Standorte verteilt, wobei das Rückhaltevolumen der 100 fiktiven HRB in Summe dem Rückhaltevolumen der im Donauabschnitt vorgesehenen Flutpolder entsprach:

- Projektgebiet A: 51,0 Mio. m³ (3 Flutpolder) bis zum Pegel Donauwörth
- Projektgebiet B: weitere 46,8 Mio. m³ (4 Flutpolder*) bis zum Pegel Kelheim
- Projektgebiet C: weitere 45,8 Mio. m³ (3 Flutpolder*) bis zum Pegel Straubing

Mit Hilfe der Hochwasserwellen an den HRB-Standorten wurden auch die jeweiligen Drosselabflüsse so festgelegt, dass das entsprechend verfügbare Rückhaltevolumen beim 100-jährlichen KOSTRA-Niederschlag vollständig ausgenutzt wird (lokal optimierte Scheitelkappung).

Simulationen für die gesamten Projektgebiete:

Es wurden für jedes Projektgebiet zwei historische Regenereignisse betrachtet, die auf den tatsächlichen Niederschlagsmessungen basieren.

- Projektgebiet A: April 1994 und Mai 1999
- Projektgebiet B: Mai 1999 und Juni 2013
- Projektgebiet C: Januar 2011 und Juni 2013

Diese historischen Ereignisse wurden so hochskaliert, dass am jeweiligen Zielpiegel ein Überlastfall, also ein sehr großes Hochwasserereignis im Bereich eines HQ₂₀₀ bis HQ₅₀₀ auftrat.

Die Simulationen wurden für

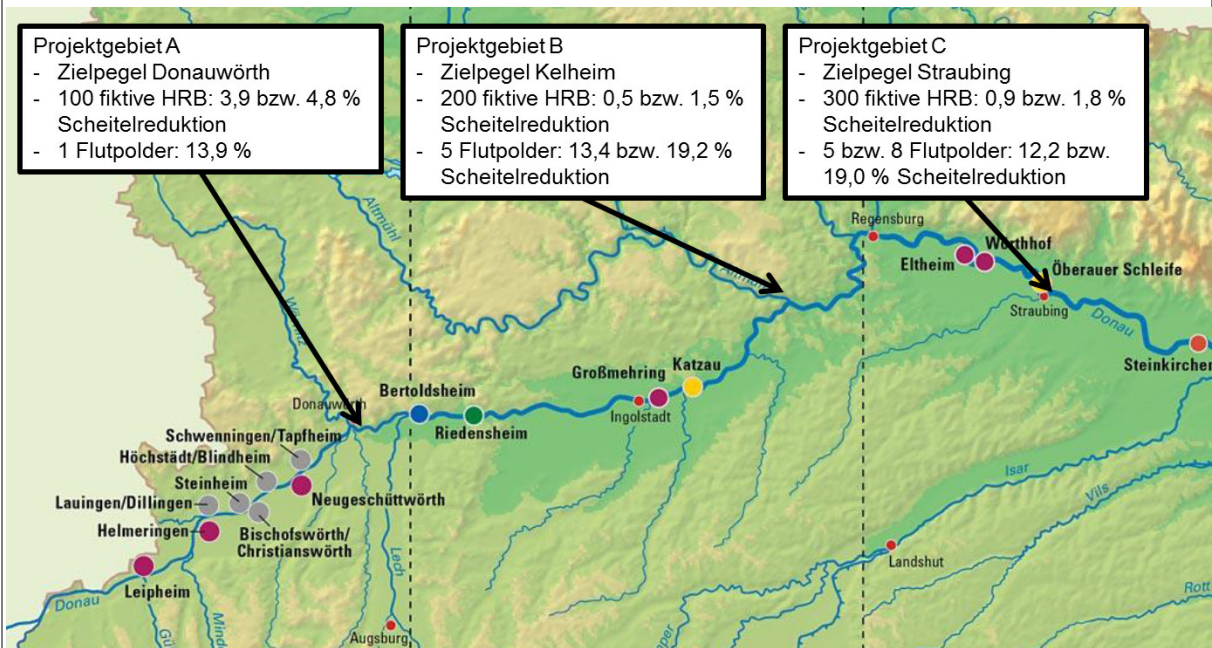
- einen Bezugszustand ohne HRB und ohne Flutpolder (Szenario 0),
- für einen Zustand mit fiktiven HRB (Szenario 1)
- und für einen Zustand mit den je nach Ausprägung des Hochwasserereignisses an der Donau aktivierbaren Flutpoldern (Szenario 2)

durchgeführt.

3. Ergebnisse

Überblick:

Die fiktiven HRB bewirken – trotz gleich großem vorhandenen Rückhaltevolumen – im Vergleich zu gesteuerten Flutpoldern* nur einen Bruchteil der Scheitelkappung an der Donau:



Projektgebiet A:

Mit den beiden skalierten historischen Ereignissen ergaben sich Scheitelabflüsse von 1.677 m³/s bzw. 1.670 m³/s (jeweils ca. HQ₄₀₀). Theoretisch könnte mit 51 Mio. m³ Rückhaltevolumen bei optimaler Scheitelkappung der Hochwasserabfluss am Pegel Donauwörth/Donau maximal um ca. 450 m³/s (27 %) beim Ereignis vom Typ April 1994 und um ca. 440 m³/s (26 %) beim Ereignis vom Typ

* siehe Kap. 6.4 im Textteil

Mai 1999 reduziert werden.

Im Szenario 1 konnten durch den Einsatz der 100 fiktiven HRB die Hochwasserscheitel vor Ort an den Zuflüssen z. T. deutlich reduziert werden. Auf die Hochwasserscheitel an der Donau hatten die 100 HRB aber nur einen vergleichsweise geringen Einfluss. So wurden am Zielpegel Donauwörth/Donau die Hochwasserscheitel wie folgt reduziert:

- Ereignis vom Typ April 1994: Von 1.677 m³/s auf 1.596 m³/s (81 m³/s bzw. 4,8 % gegenüber theoretisch max. möglichen 27 %)
- Ereignis vom Typ Mai 1999: Von 1.670 m³/s auf 1.605 m³/s (65 m³/s bzw. 3,9 % gegenüber theoretisch max. möglichen 26 %)

Da die Frage, wie die im Bereich donauparalleler Aueströme vorgesehenen Flutpolder bei einem lokalen Überlastfall in effektiver Kombination eingesetzt werden sollen, zum Zeitpunkt dieser Untersuchung noch in Diskussion war, wurde keine Simulation der Wirkung der im Projektgebiet A (Donauabschnitt I) geplanten Flutpolder durchgeführt. Im Rahmen der Vertieften Wirkungsanalyse zum Vorhaben „Verzögerung und Abschätzung von Hochwasserwellen entlang der bayerischen Donau“ (vgl. Anhang 2) hat die Technische Universität München aber die Wirkung von Flutpoldern bei Hochwasserereignissen in einer ähnlichen Größenordnung mit einem anderen Computermodell untersucht. Dabei konnte im Ergebnis beispielsweise allein durch eine horizontale Kappung am Flutpolder Neugeschüttwörth B (mit einem Rückhaltevolumen von 32 Mio. m³) eine Scheitelreduktion am Pegel Donauwörth von 234 m³/s bzw. 13,9 % erreicht werden.

Projektgebiet B

Im Szenario 0 (ohne HRB und ohne Flutpolder) wurden beide ausgewählten Hochwasserereignisse auf einen Scheitelabfluss von ca. 2.530 m³/s am Zielpegel Kelheim/Donau hochskaliert. Diese Hochskalierung entsprach in beiden Fällen dem Erreichen von Scheitelabflüssen im Bereich eines HQ₃₀₀₋₄₀₀.

Im Szenario 1 konnten durch den Einsatz der insgesamt 200 fiktiven HRB in den Projektgebieten A und B die Hochwasserscheitel vor Ort an den Zuflüssen z. T. deutlich reduziert werden. Auf den Hochwasserscheitel der Donau hatten die 200 fiktiven HRB einen vergleichsweise noch geringeren Einfluss als im Projektgebiet A. So konnten am Zielpegel Kelheim/Donau folgende Scheitelreduktionen erzielt werden:

- Ereignis vom Typ Mai 1999: Von 2.525 m³/s auf 2.488 m³/s (37 m³/s bzw. 1,5 % gegenüber theoretisch max. möglichen 25 %)
- Ereignis vom Typ Juni 2013: Von 2.525 m³/s auf 2.512 m³/s (13 m³/s bzw. 0,5 % gegenüber theoretisch max. möglichen 23 %)

Durch den Einsatz von 5 der 7 geplanten Flutpolder* in den Projektgebieten A und B (Szenario 2) hingegen konnten die Scheitelabflüsse entlang der Donau bei beiden Ereignissen deutlich gesenkt werden. Es ergaben sich am Zielpegel Kelheim/Donau folgende Scheitelreduktionen:

- Ereignis vom Typ Mai 1999: Von 2.525 m³/s auf 2.041 m³/s (484 m³/s bzw. 19,2 %)
- Ereignis vom Typ Juni 2013: Von 2.525 m³/s auf 2.186 m³/s (339 m³/s bzw. 13,4 %)

Projektgebiet C

Im Szenario 0 (ohne HRB und ohne Flutpolder) fand für beide ausgewählten Ereignisse eine Hochskalierung auf einen Scheitelabfluss von ca. 3.900 m³/s am Zielpegel Straubing/Donau statt. Diese Hochskalierung entsprach in beiden Fällen Scheitelabflüssen im Bereich eines HQ₃₀₀.

Beim Szenario 1 konnten durch den Einsatz der insgesamt 300 fiktiven HRB die Hochwasserscheitel vor Ort an den Zuflüssen teilweise deutlich reduziert werden. Auf die Hochwasserscheitel an der Donau hatten die 300 HRB aber wiederum nur einen vergleichsweise geringen Einfluss. So wurden am Zielpegel Straubing/Donau die Hochwasserscheitel wie folgt reduziert:

- Ereignis vom Typ Januar 2011: Von 3.910 m³/s auf 3.838 m³/s (72 m³/s bzw. 1,8 % gegenüber theoretisch max. möglichen 24 %)

* siehe Kap. 6.4 im Textteil

- Ereignis vom Typ Juni 2013: Von 3.910 m³/s auf 3.874 m³/s (36 m³/s bzw. 0,9 % gegenüber theoretisch max. möglichen 24 %)

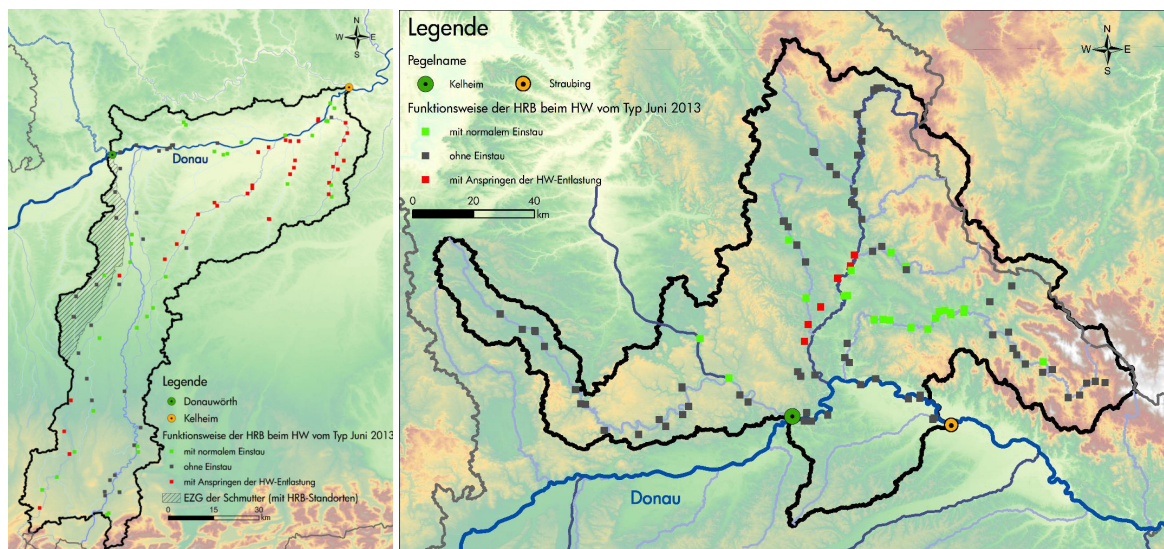
Der Einsatz von 5 der 10 geplanten Flutpolder* beim Ereignis vom Typ Januar 2011 und von 8 Flutpoldern beim Ereignis vom Typ Juni 2013 (Szenario 2) hingegen erbrachte entlang der Donau bei beiden Ereignissen deutliche Scheitelreduktionen. So wurden am Zielpegel Straubing/Donau folgende Scheitelreduktionen erzielt:

- Ereignis vom Typ Jan. 2011: Von 3.910 m³/s auf 3.433 m³/s (477 m³/s bzw. 12,2 %)
- Ereignis vom Typ Juni 2013: Von 3.910 m³/s auf 3.167 m³/s (743 m³/s bzw. 19,0 %)

Schlussfolgerung für alle Projektgebiete

Bei allen Ereignissen und in allen Projektgebieten können **die Hochwasserscheitel an der Donau durch Flutpolder um ein Mehrfaches im Vergleich zu den fiktiven HRB im EZG reduziert werden**. Dies ist im Wesentlichen auf folgende Gründe zurückzuführen:

Aufgrund der Unterschiede bei der räumlichen Ausprägung der Niederschläge („nicht auf der gesamten Fläche der großen Einzugsgebiete regnet es gleich intensiv“) **erfolgt bei vielen der fiktiven HRB überhaupt kein Einstau**. So können **nur 22 bis 50% der Rückhaltevolumina in den fiktiven Hochwasserrückhaltebecken genutzt werden** (mit zunehmender Gebietsgröße abnehmend).



Des Weiteren **wirken sich Scheitelreduktionen an den Nebenflüssen der Donau nicht immer mindernd auf den Scheitelabfluss der Donau aus**: manche Hochwasserabflüsse aus Donauzubringern fließen der Donau noch deutlich vor Erreichen des Scheitelabflusses zu – dort hat die Scheitelreduktion im Zubringer keine, in manchen Fällen sogar negative, d.h. erhöhende Auswirkung auf den Donauscheitel. HRB an Nebenflüssen, deren Hochwasserscheitel der Donau erst nach dem Durchgang des Donauscheitels zufließen, beeinflussen nur den abfallenden Ast der Donauwelle und können den Scheitelabfluss der Donau nicht reduzieren. Insgesamt kann somit nur ein Teil des in den HRB überhaupt aktivierten Rückhaltevolumens reduzierend auf den Hochwasserscheitel der Donau wirken.

Diese **beiden Effekte** (nur Teil der HRB genutzt bzw. wiederum nur Teil des genutzten HRB-Volumens mit reduzierender Wirkung auf Donauscheitel) **nehmen i. d. R. mit zunehmendem Einzugsgebietsgröße zu**, d.h. die **Wirkung der fiktiven HRB auf die Hochwasserscheitel der Donau nimmt ab**.

Für die vergleichsweise bessere Scheitelkappung der 100 fiktiven HRB im Projektgebiet A (4,8 bzw. 3,9 % im Vergleich zu 0,5 bis 1,8 % in den Projektgebieten B und C) spielt neben den oben genannten Gründen noch ein weiterer Effekt eine Rolle: Projektgebiet A deckt nur rund zwei Drittel der Fläche des Donaeinzugsgebietes bis zum Zielpegel Donauwörth ab, ein weiteres Drittel liegt in Baden-Württemberg. Dort wurden keine fiktiven HRB angeordnet. Bei den gewählten Nieder-

* siehe Kap. 6.4

schlagsereignissen war dieser baden-württembergische Teil des Einzugsgebietes auch nur gering überregnet. Folglich war die Verteilung der fiktiven HRB nur im (stark überregneten) bayerischen Teil „effektiver“ (38% bis 50% des Volumens wurde auch genutzt). Bei anderen Niederschlagsereignissen mit stärkerem Regenschwerpunkt in Baden-Württemberg würde sich die Wirkung der fiktiven HRB reduzieren.

4. Aktualitätsprüfung (Projektfortschritt seit März 2018 und dessen Auswirkungen)

- a) Veränderte Rahmenbedingung: Keine
- b) Auswirkungen auf das Ergebnis: Keine.
- c) Umgang mit künftigen Änderungen: Nicht relevant