

# Donau (Iller bis Lech) – Verbesserung Hochwasserschutz - Datenmanagement und Modelle

## Hydrologie - Modellkonzept

### Bericht

#### Anlage 3.1

1	Veranlassung .....	4
2	Aufgabenstellung .....	4
3	Hydrologische Daten .....	6
4	Kalibrierung / Validierung .....	9
5	Untersuchung der Hochwasserschutzwirkung der Rückhalteräume sowie Dimensionierung der Ein- und Auslaufbauwerke – hydrologische Daten .....	9
5.1	Projektziel 1: Erhalt Funktionsfähigkeit der Region bei sehr großen Hochwasserereignissen .....	10
5.2	Projektziel 2: Reduzierung Hochwasser-Export .....	10
5.3	Projektziel 3: Einsatz bei sehr großen Hochwasserereignissen im unterstrom liegenden Donauabschnitt .....	11
5.4	Projektziel 4: Unterstützung Grundschutz ab HQ80 .....	12
5.5	Projektziel 5: Ökologische Flutungen an Waldstandorten / Vermeidung externer Ausgleich .....	12
6	Binnenentwässerung .....	12
6.1	Rückhalteraum Leipheim .....	13
6.1.1	Qualmwasser Deich Weissingen und Deich BAB8 .....	15
6.1.2	Oberflächenwasser aus lokalen Niederschlagsereignissen .....	16
6.2	Rückhalteraum Helmeringen .....	17
6.3	Rückhalteraum Neugeschüttwörth .....	18
6.4	Bischofswörth/Christianswörth .....	19
6.5	Zankwert .....	20
6.6	Tapfheim .....	21
6.7	Donauwörth .....	22

7	Zusammenfassung.....	24
---	----------------------	----

Anlagen:

- Anlage 3.1.1 Abflussganglinien Hochwasser März / April 1988, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.2 Abflussganglinien Hochwasser Februar 1990, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.3 Abflussganglinien Hochwasser April 1994, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.4 Abflussganglinien Hochwasser Mai/Juni 1999, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.5 Abflussganglinien Hochwasser August 2002, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.6 Abflussganglinien Hochwasser August 2005, Pegel Bad Held und Donauwörth
- Anlage 3.1.7 Abflussganglinien Hochwasser Juni 2013, Pegel Bad Held und Donauwörth

## 1 Veranlassung

Das Hochwasserschutz Aktionsprogramm Schwäbische Donau zwischen Iller- und Lechmündung, welches das Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus auf die Region anwendet, berücksichtigt das gesamte Einzugsgebiet der Donau in Bezug auf die Hochwassergenese für den regionalen und überregionalen Hochwasserschutz. Während für den Lastfall bis HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor ein Grundschutz vorgesehen ist, sind auch Überlegungen zum Überlastverhalten erforderlich.

Für den Überlastfall bzw. große Hochwasserereignisse werden drei Rückhalteräume untersucht. Als Beitrag zum Grundschutz bis zu mittleren Hochwasserereignissen (HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) sind zwei weitere Rückhalteräume vorgesehen. Zum natürlichen Rückhalt sowie für erforderliche naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen werden ebenfalls zwei Rückhalteräume betrachtet. Somit werden insgesamt sieben Rückhalteräume untersucht.

## 2 Aufgabenstellung

Für die Planung der ausgewählten Standorte der Rückhalteräume sind hydrologische Ansätze erforderlich. Für die hydraulische Modellierung sind dies insbesondere Ganglinien für auszuwählende Hochwasserereignisse. Für die Modellierung der Grundwasserverhältnisse sind zudem Kenntnisse über Wasserstände in der Donau bei Niedrig- bis Mittelwasserverhältnissen erforderlich.

Für die Modellierung stellt sich somit die Frage, welche Hochwasserereignisse bzw. welche Jährlichkeiten zu betrachten sind. Dabei ist zwischen folgenden Arbeitsschritten zu unterscheiden.

### A Kalibrierung / Validierung der Modelle

Für die Kalibrierung / Validierung der Modelle werden Hochwasserereignisse ausgewählt, die folgende Eigenschaften erfüllen:

- Die Hochwasserereignisse müssen möglichst gut dokumentiert sein. Insbesondere sind Wasserspiegelfixierungen beim Durchgang des Wellenscheitels in einem ausreichenden Umfang erforderlich.
- Der Scheitelabfluss der betrachteten Hochwasserwellen sollte möglichst groß sein.
- Das angesetzte Ereignis sollte möglichst aktuell sein. Seitdem sollten in der Zwischenzeit seit dem Ereignis möglichst wenige Veränderungen im Projektgebiet erfolgt sein.

## B Untersuchung der Hochwasserschutzwirkung der Rückhalteräume sowie Dimensionierung der Ein- und Auslaufbauwerke

Nachfolgend werden die definierten Projektziele aufgeführt und erläutert. Die Projektziele 1 bis 3 beziehen sich auf die Rückhalteräume für große Hochwasserereignisse.

### Projektziel 1 – Erhalt Funktionsfähigkeit der Region bei sehr großen Hochwasserereignissen:

Primäres Ziel ist der Erhalt der Funktionsfähigkeit in der Region. Bestmöglicher Schutz der Schadensschwerpunkte im Gebiet für ein das Bemessungshochwasser der örtlichen Hochwasserschutzanlagen (Grundschatz) überschreitendes sehr großes Hochwasserereignis. Die lokalen Hochwasserschutzmaßnahmen zur Herstellung des Grundschatzes (HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) werden parallel weitergeführt. Die Funktionsfähigkeit der Region muss so lange wie möglich erhalten werden, bzw. darf nur so gering wie möglich geschädigt werden.

- Die Rückhalteräume werden geflutet, sobald der Ausbauabfluss der unterhalb liegenden Hochwasserschutzanlagen (Grundschatz, HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) innerhalb des Projektgebietes, d.h. von der A7 westlich Leipheim bis Marxheim, überschritten wird.
- Wenn das zur Verfügung stehende Volumen und die weitere Leistungsfähigkeit der Flutpolder ausreichen, wird die HW-Welle oberhalb des vorhandenen Ausbauabflusses (HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor) auf den Ausbauabfluss gekappt.
- Wenn das HW-Ereignis die Kapazität der gesteuerten Rückhalteräume für diese Kappung übersteigt, erfolgt die Flutung unverändert ab HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor, es wird solange möglich auf den Ausbauabfluss gedrosselt. Dies bewirkt einen Zeitgewinn bis zur Überlastung der Hochwasserschutzanlagen. Dies schafft z.B. Zeit für Evakuierungen, Deichverstärkungen und ist somit ebenfalls eine wichtige Erhöhung der Hochwassersicherheit bzw. Stützung der Funktionsfähigkeit der Region.

### Projektziel 2 – Reduzierung Hochwasser-Export:

Bei einem HQ<sub>100</sub> zzgl. Klimafaktor am Pegel Donauwörth muss eine Abflussspitzenkappung von 10 % mit den Anlagen nachgewiesen erzielbar sein.

### Projektziel 3 – Einsatz bei sehr großen Hochwasserereignissen im unterstrom liegenden Donauabschnitt:

Bei einem sehr großen Hochwasserereignis HW-Ereignis im unterhalb liegenden Donauabschnitt kann zusätzlich der Rückhalteraum Helmeringen bereits ab HQ10 am

Pegel Donauwörth eingesetzt werden. Dieser Lastfall ist nicht maßgebend für die Vordimensionierung der Einlass-/Auslassbauwerke, sondern stellt einen zusätzlichen Einsatzfall dar, bei dem die Rückhalteräume im Rahmen ihrer Möglichkeiten eingesetzt werden können.

Projektziel 4 – Unterstützung Grundschutz ab HQ80:

Ziel des Einsatzes der nördlich der Donau gelegenen Rückhalteräume Tapfheim und Donauwörth ist die Unterstützung des Grundschutzes.

Projektziel 5 – Ökologische Flutungen an Waldstandorten / Vermeidung externer Ausgleich:

Ziele der südlich der Donau liegenden Rückhalteräume Bischofswörth/ Christianswörth und Zankwert sind die Vernetzung der Donau mit den angrenzenden Waldflächen, Speicherung kleiner Donauhochwasser in diesen Waldflächen und naturschutzfachliche Kompensation für erforderliche Eingriffe bei den Rückhalteräumen für mittlere und große Hochwasserereignisse.

C Binnenentwässerung

Für die zu untersuchenden Standorte der Rückhalteräume ist zu klären, ob Maßnahmen zur Binnenentwässerung erforderlich sind. Im Falle von erforderlichen Maßnahmen werden die zur Dimensionierung der entsprechenden Bauwerke erforderlichen hydrologischen Daten sowie die Vorgehensweise zu deren Ermittlung dargestellt.

### **3 Hydrologische Daten**

In Tabelle 1 sind statistisch ermittelte Hochwasserabflüsse ausgewählter Pegel im Projektgebiet für die Donau sowie die Wörnitz bei Jährlichkeiten zwischen 1 und 1.000 Jahren eingetragen. Tabelle 2 enthält mit der Stationierung sowie dem Einzugsgebiet wesentliche Kenndaten dieser Pegel.

Tabelle 1: Hochwasserabflüsse an ausgewählten Pegeln im Projektgebiet (in m<sup>3</sup>/s,  
 (Quelle: www.gkd.bayern.de))

<b>Jährlichkeit</b>	<b>Neu Ulm Donau</b>	<b>Dillingen Donau</b>	<b>Donauwörth Donau</b>	<b>Ingolstadt Donau</b>	<b>Harburg Wörnitz</b>
HQ <sub>1</sub>	560	630	680	1.000	100
HQ <sub>2</sub>	660	740	800	1.150	150
HQ <sub>5</sub>	760	840	900	1.320	215
HQ <sub>10</sub>	880	960	1.020	1.520	270
HQ <sub>20</sub>	980	1.080	1.150	1.700	320
HQ <sub>50</sub>	1.110	1.220	1.300	1.930	390
HQ <sub>100</sub>	1.250	1.350	1.450	2.100	450
HQ <sub>1000</sub>	1.600	1.700	1.800	2.600	

Ergänzend sei angemerkt, dass der 1.000-jährliche Hochwasserabfluss in der Wörnitz am Pegel Harburg 720 m<sup>3</sup>/s beträgt (Quelle: WWA Donauwörth).

Tabelle 2: Kenndaten von Pegeln im Projektgebiet, aus [1]

<b>Pegel</b>	<b>Fluss</b>	<b>Station</b>	<b>Einzugsgebiet</b>
Neu Ulm	Donau	km 2.587	7.588 km <sup>2</sup>
Dillingen	Donau	km 2.538	11.350 km <sup>2</sup>
Donauwörth	Donau	km 2.508	15.092 km <sup>2</sup>
Ingolstadt	Donau	km 2.458	20.001 km <sup>2</sup>
Harburg	Wörnitz	km 19,3	1.570 km <sup>2</sup>

In den Anlagen 3.1.1 bis 3.1.7 sind die Abflussganglinien der Hochwasserereignisse in der Donau von 1988 bis 2013 dargestellt. In Tabelle 3 sind für diese Hochwasserereignisse der jeweilige Scheitelabfluss, die entsprechende Jährlichkeit sowie die Fülle zusammengefasst. Als Fülle wird hier das Volumen der Hochwasserwelle im Bereich der obersten 150 m<sup>3</sup>/s berechnet. Mit anderen Worten wäre dies das erforderliche Rückhaltevolumen um bei Annahme einer idealen Steuerung den Scheitelabfluss der jeweiligen Welle um 150 m<sup>3</sup>/s zu reduzieren. Dieser Wert soll ein Anhaltspunkt für die Breite bzw. die Form der jeweiligen Hochwasserwelle sein. Der Wert von 150 m<sup>3</sup>/s wurde beispielhaft gewählt und steht nicht im Zusammenhang mit der tatsächlich vorgesehenen Steuerung der Rückhalteräume. Als Beispiel dazu wird in Abbildung 1 die Welle vom April 1994 dargestellt.

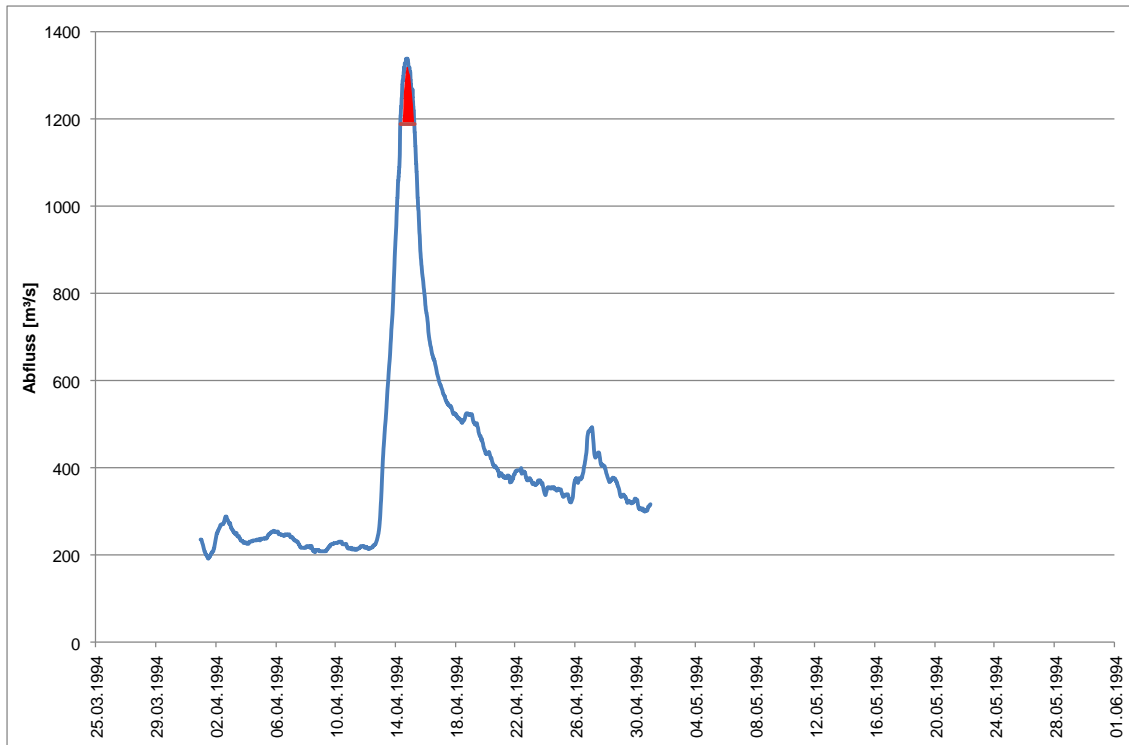


Abbildung 1: Hochwasserwelle April 1994 am Pegel Donauwörth (Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de))

Tabelle 3: Auswertung der Hochwasserereignisse an der Donau seit 1988 am Pegel Donauwörth

Nr.	Datum	$Q_{max}$ [m³/s]	Jährlichkeit	Fülle [Mio. m³]
1	03/1988	1.110	5-20	17,2
2	02/1990	1.150	5-20	8,1
3	04/1994	1.340	50-100	7,9
4	05/1999	1.060	5-20	19,0
5	08/2002	1.000	5-20	17,8
6	08/2005	985	5-20	11,7
7	06/2013	986	5-20	19,2

Zum Hochwasserereignis im April 1994 sei angemerkt, dass der Anteil aus der Wörnitz vergleichsweise groß ist. Dies erklärt die vergleichsweise geringe Fülle.

Für die weiteren Untersuchungen werden die Hochwasserereignisse von 1994, 1999 und 2013 verwendet. Damit wird die Charakteristik der in Tabelle 3 aufgeführten, seit 1988 abgelaufenen Hochwasserwellen im Projektgebiet gut abgebildet, zudem werden



mit den Ereignissen von 1999 und 2013 Hochwasserwellen berücksichtigt, die jeweils zwei Wellenscheitel aufweisen.

Ergänzend sind in Tabelle 4 Hochwasserjährlichkeiten an der Glött eingetragen.

Tabelle 4: Hochwasser – Jährlichkeit HQT an der Glött (Glött bis unterhalb der Mündung des Reichenbachs; Quelle: WWA Donauwörth).

<b>Jährlichkeit</b>	<b>Abfluss [m<sup>3</sup>/s]</b>
HQ <sub>2</sub>	9,25
HQ <sub>5</sub>	10,90
HQ <sub>100</sub>	19,2
HQ <sub>1.000</sub>	30

#### **4 Kalibrierung / Validierung**

Zur Kalibrierung wird das Hochwasserereignis 2013 verwendet. Das Ereignis von 1999 wird zur Validierung herangezogen. Beide Ereignisse sind gut dokumentiert.

Die Auswahl dieser Hochwasserereignisse erfolgte in Abstimmung mit dem bayerischen Landesamt für Umwelt. Die entsprechenden Abflussganglinien wurden für das Projektgebiet unter Einsatz des Modellsystems LARSIM im Sachgebiet Hochwasservorhersage und Speicherbetrieb des Wasserwirtschaftsamts Kempten generiert.

#### **5 Untersuchung der Hochwasserschutzwirkung der Rückhalteräume sowie Dimensionierung der Ein- und Auslaufbauwerke – hydrologische Daten**

Nachfolgend wird aufgezeigt, welche hydrologischen Daten für die Untersuchung der Wirkung der Rückhalteräume und nachfolgend auch für die jeweilige Dimensionierung der erforderlichen Bauwerke verwendet werden. Dabei wird zwischen den bereits beschriebenen Projektzielen unterschieden.

## **5.1 Projektziel 1: Erhalt Funktionsfähigkeit der Region bei sehr großen Hochwasserereignissen**

Da der Grundschutz (örtliche Hochwasserschutzmaßnahmen) durchgehend ein Niveau von  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor aufweist, werden die Rückhalteräume erst ab diesem Ausbauabfluss aktiviert. Deshalb werden die Untersuchungen zu Teilziel 1 für Hochwasserereignisse mit entsprechend größeren Scheitelabflüssen und einer über die betrachtete Strecke von Neu-Ulm bis Donauwörth konstanten Jährlichkeit des Scheitelabflusses durchgeführt (*gleichmäßiges Hochwasserereignis*). Der Scheitelabfluss liegt im Bereich eines  $HQ_{\text{extrem}}$  ( $HQ_{1.000}$ ).

Dazu wurden durch das Landesamt für Umwelt (LfU) mit Hilfe eines Niederschlag-Abfluss-Modells entsprechende Ganglinien für die Donau sowie für die relevanten Zuflüsse in die Donau generiert. Als Basis für die generierten Ganglinien wurde das Hochwasserereignis von 2013 verwendet (siehe Anlage 3.1.7). Nach Aussagen des Sachgebiets Hochwasservorhersage und Speicherbetrieb des Wasserwirtschaftsamts Kempten eignet sich das Hochwasserereignis 2013 gut, um durch Anpassung der hydrologischen Parameter (z. B. Abflussbeiwerte, Niederschlagsverteilung) eine entsprechende Modifizierung der Hochwasserwelle vornehmen zu können. Grundlage für die Anpassung der Hochwasserwelle sind die beim Hochwasser 2013 beobachteten Niederschlagsmengen und Niederschlagsverteilungen. Zur Anpassung an die Abflusswerte an den Pegeln Günzburg und Donauwörth, wurden die Abflussbeiwerte variiert.

## **5.2 Projektziel 2: Reduzierung Hochwasser-Export**

Zur Untersuchung der Wirkung der Rückhalteräume hinsichtlich der Minderung von Hochwasserereignissen mit einem Scheitelabfluss  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor wird wie im Teilziel 1 ein Hochwasserereignis generiert, das entlang der betrachteten Strecke von Neu-Ulm bis Donauwörth einen Scheitelabfluss mit einer konstanten Jährlichkeit von  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor aufweist (*gleichmäßiges Hochwasserereignis*). Als Basis für die erzeugten Ganglinien wird das Hochwasserereignis von 2013 verwendet. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5.1.

### 5.3 Projektziel 3: Einsatz bei sehr großen Hochwasserereignissen im unterstrom liegenden Donauabschnitt

Die Wirkung der Rückhalteräume für die Unterlieger wird mit einem durch die Wörnitz dominiertem Hochwasserereignis untersucht (*zuflussdominiertes Hochwasserereignis*). Als Grundlage dafür wird das Hochwasserereignis vom April 1994 verwendet. Bei diesem Ereignis war der Scheitelabfluss am Pegel Bad Held in Neu-Ulm mit  $507 \text{ m}^3/\text{s}$  kleiner als ein  $HQ_1$  ( $560 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Dagegen lag der Scheitelabfluss der Welle der Wörnitz mit  $435 \text{ m}^3/\text{s}$  im Bereich eines  $HQ_{100}$  ( $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Am Pegel Donauwörth entwickelte sich daraus mit einem Maximalabfluss von  $1.340 \text{ m}^3/\text{s}$  ein Ereignis im Bereich zwischen einem  $HQ_{50}$  ( $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und einem  $HQ_{100}$  ( $1.450 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Um ein Hochwasserereignis zu generieren, das bei ähnlicher Charakteristik am Pegel Donauwörth einen Scheitelabfluss in einer Größenordnung eines sehr großen Hochwasserereignisses, also etwa ein  $HQ_{1.000}$  erreicht, wird die Ganglinie der Wörnitz gestreckt, so dass der Scheitelabfluss mit  $720 \text{ m}^3/\text{s}$  einem 1.000 jährlichen Hochwasserabfluss entspricht. Zudem werden alle weiteren Zuflüsse um den Faktor 1,22 gestreckt. In Abbildung 2 sind einerseits die Hochwasserganglinien der Donau an den Pegeln Bad Held und Donauwörth sowie die Ganglinien an den Zuflüssen Egau, Brenz, Wörnitz, Mindel, Günz, Zusam und Schmutter dargestellt. Die Summe der Ganglinien von der Donau am Pegel Bad Held mit den Zuflüssen zeigt eine gute Übereinstimmung mit der Ganglinie am Pegel Donauwörth (ohne Berücksichtigung der zeitlichen Verschiebung durch die Wellenlaufzeit). Der Scheitelabfluss passt sehr gut zusammen, die Differenz beträgt lediglich ca.  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Das Volumen der „aufsummierten“ Welle ist augenscheinlich geringer. Durch die Streckung der Wörnitzwelle, eine vertikale Skalierung der sonstigen Zuflüsse mit dem Faktor 1,22 und eine nachfolgende Aufsummierung der Abflüsse ergibt sich eine Ganglinie mit einem Scheitelabfluss in der Größenordnung eines  $HQ_{1.000}$  am Pegel Donauwörth ( $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

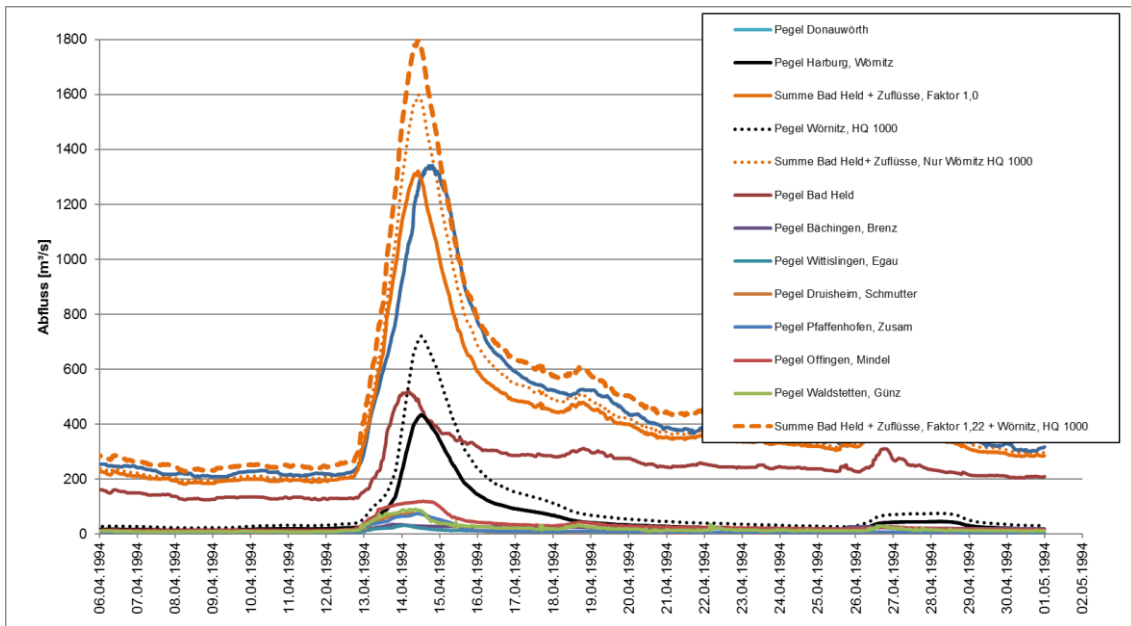


Abbildung 2: Hochwasserereignis April 1994: Abflussganglinien Donau und Zuflüsse  
(Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de))

#### 5.4 Projektziel 4: Unterstützung Grundschutz ab HQ80

Die Untersuchung der unterstützenden Wirkung der Rückhalteräume für mittlere Hochwasserereignisse auf den Grundschutz erfolgt wie für das Projektziel 2 mit einem gleichmäßigen Hochwasserereignis mit einem Scheitelabfluss  $HQ_{100}$  zzgl. Klimafaktor (siehe dazu auch die Kapitel 5.1 und 5.2).

#### 5.5 Projektziel 5: Ökologische Flutungen an Waldstandorten / Vermeidung externer Ausgleich

Zur Bewertung der naturschutzfachlichen Kompensation von Eingriffen in Folge der vorgesehenen Maßnahmen werden ökologische Flutungen mit verschiedenen stationären Abflüssen durchgeführt: 2, 5, 10, 20 und 40  $m^3/s$ . Zudem wird der Leerungsvorgang am Beispiel des Rechenlaufs mit 40  $m^3/s$  untersucht.

### 6 Binnenentwässerung

Maßnahmen zur Binnenentwässerung sind dann erforderlich, wenn durch die Bauwerke der Rückhalteräume die Vorflut von Zuflüssen, Entwässerungsgräben oder auch von flächigen Abflüssen behindert wird. Die Abflüsse sind entweder das Ergebnis

lokaler Niederschlagsereignisse oder entstehen durch Exfiltration von Grundwasser in vorhandene Grabenstrukturen. Zudem ist das anfallende Drängewasser durch eventuell vorhandene Absperrbauwerke zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei nicht gefüllten Rückhalteräumen die Binnenentwässerung durch entsprechende Bauwerke (Sielbauwerke) analog zum Istzustand gewährleistet wird.

Um einen Aufstau und damit potentielle Verschlechterungen für Dritte zu vermeiden, sind geeignete Maßnahmen erforderlich. Dies können Umgehungsgerinne sein, um das Wasser schadlos ins Unterwasser der Rückhalteräume abzuleiten. Alternativ sind auch Pumpanlagen bis hin zu Schöpfwerken denkbar. Dabei wird das anfallende Wasser über die Bauwerke in den Rückhalteraum gepumpt.

## 6.1 Rückhalteraum Leipheim

Abbildung 3 zeigt den Lageplan des Rückhalteriums Leipheim. Der Rückhalteraum ist zwar nach Westen hin offen bzw. nicht durch Deiche begrenzt. Die in Abbildung 3 eingezeichneten Teilflächen können aber teilweise nicht mehr wie im Istzustand über die Flächen des Rückhalteriums entwässern.

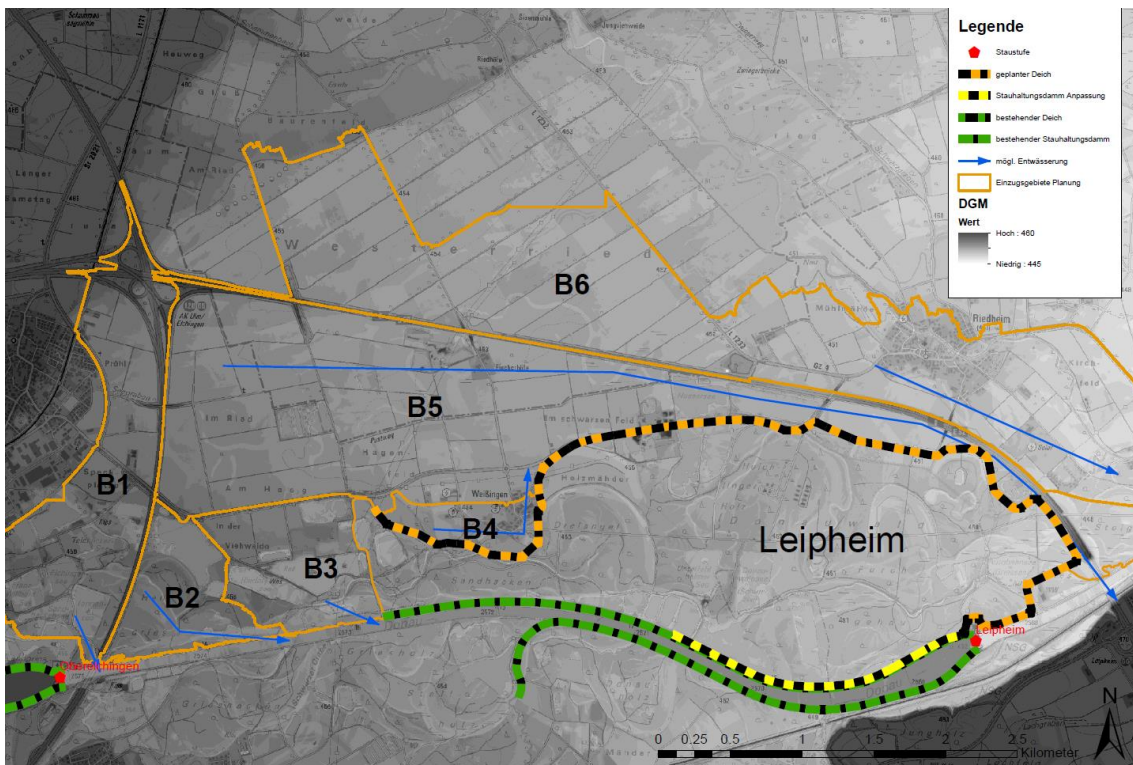


Abbildung 3: Lageplan Rückhalteraum Leipheim, ROVar A

In Abbildung 3 sind für das Konzept zur Binnenentwässerung aus dem vorhandenen digitalen Geländemodell abgeleitete Teileinzugsgebiete (TEG) dargestellt. In Tabelle 5 wird die Entwässerung dieser Teileinzugsgebiete im Istzustand sowie im Planungszustand bei gefülltem bzw. nicht gefülltem Rückhalteraum erläutert. Zudem werden die erforderlichen baulichen Maßnahmen beschrieben.

Tabelle 5: Binnenentwässerung Rückhalteraum Leipheim: Teileinzugsgebiete und erforderliche Maßnahmen

<b>TEG</b>	<b>Entwässerung Istzustand</b>	<b>Entwässerung Planzustand bei nicht gefülltem Rückhalteraum.</b>	<b>Entwässerung Planzustand bei gefülltem Rückhalteraum.</b>
B1	in die Donau	wie im Istzustand	wie im Istzustand
B2	in die Donau	wie im Istzustand	wie im Istzustand
B3	über Grabensystem in Rückhalteraum Leipheim	Wie im Istzustand, dafür ist ein Siel im geplanten Deich erforderlich. Alternativ: Ableitung in Entwässerungsgraben über TEG B4 in TEG B5.	Entwässerung über den Rückhalteraum in die Donau, dafür ist ein Schöpfwerk erforderlich. Alternativ: Ableitung in Entwässerungsgraben über TEG B4 in TEG B5.
B4	über Grabensystem in Rückhalteraum Leipheim	Wie im Istzustand, dafür ist ein Siel im geplanten Deich erforderlich. Alternativ: Ableitung über Entwässerungsgraben in TEG B5.	Entwässerung in den Rückhalteraum, dafür ist ein Schöpfwerk erforderlich. Alternativ: Ableitung über Entwässerungsgraben in TEG B5.
B5	über Grabensystem in Rückhalteraum Leipheim	Ableitung in TEG B6 durch Unterquerung der Autobahn A8. Alternativ: Ableitung über Entwässerungsgraben zwischen der Autobahn A8 und dem geplanten Deich. Mündung unterstrom	Ableitung in TEG B6 durch Unterquerung der Autobahn A8. Alternativ: Ableitung über Entwässerungsgraben zwischen der Autobahn A8 und dem geplanten Deich. Mündung unterstrom

TEG	Entwässerung Istzustand	Entwässerung Planzustand bei nicht gefülltem Rückhalte- raum.	Entwässerung Planzustand bei gefülltem Rückhalte- raum.
		der Staustufe Leipheim in die Donau.	der Staustufe Leipheim in die Donau.
B6	über Grabensystem in Rückhalteraum Leipheim	Ableitung in TEG B6 durch Unterquerung der Autobahn A8. Alternativ: Ableitung über Entwässerungs- graben zwischen der Autobahn A8 und dem geplanten Deich. Mündung unterstrom der Staustufe Leipheim in die Donau.	Ableitung in TEG B6 durch Unterquerung der Autobahn A8. Alternativ: Ableitung über Entwässerungs- graben zwischen der Autobahn A8 und dem geplanten Deich. Mündung unterstrom der Staustufe Leipheim in die Donau.

Für die Bemessung der Maßnahmen der Binnenentwässerung sind folgende Daten erforderlich:

- Qualmwasser Deich Weissingen und Deich BAB8
- Oberflächenwasser aus lokalen Niederschlagsereignissen

### 6.1.1 Qualmwasser Deich Weissingen und Deich BAB8

Das Qualmwasser setzt sich zusammen aus dem Drängewasser bzw. Sickerwasser, das durch den Deichkörper strömt, sowie dem Drängewasser, das den Deich unterströmt (gemäß der Begriffsdefinition im Merkblatt DWA M 507-1).

Die Erfassung der den Deich durchströmenden Sickerwassermenge erfolgt mit Hilfe einer Sickerwasserberechnung in einem vertikal ebenen Schnitt. Maßgebend ist hier neben den maßgebenden Wasserständen im Rückhalteraum der entsprechende Deichaufbau sowie die Deichgeometrie, insbesondere die anzusetzenden Durchlässigkeiten sowie die eventuelle Anordnung einer Innendichtung.

Das den Deich unterströmende Drängewasser wurde im Rahmen der Grundwassermodellierung berechnet (siehe Anlage 5.3).

## 6.1.2 Oberflächenwasser aus lokalen Niederschlagsereignissen

Grundsätzlich stellen sich hier die Fragen nach dem anzusetzenden Niederschlagsereignis und der Berechnung des sich daraus ergebenden Abflusses an speziellen Punkten (Abflusskonzentration).

### 6.1.2.1 Anzusetzendes Niederschlagsereignis

Zur Festlegung des maßgebenden Niederschlagsereignisses für die Dimensionierung der Bauwerke zur Binnenentwässerung stehen zwei Ansätze zur Verfügung:

#### Ansatz 1:

Im Einzugsgebiet der Binnenentwässerung findet ein ähnliches Niederschlagsereignis statt, wie im Einzugsgebiet der Donau. Definiert ist dieses Niederschlagsereignis durch die Jährlichkeit (entsprechend dem Einsatz der Rückhalteräume bei sehr großen Hochwasserereignissen) sowie der relativ langen Niederschlagsdauer von mehreren Tagen (advektives Niederschlagsereignis). Die Intensität dieses Niederschlagsereignisses ist vergleichsweise gering.

#### Ansatz 2:

Während die Rückhalteräume gefüllt sind, tritt gleichzeitig ein lokales Starkniederschlagsereignis mit kurzer Dauer und hoher Intensität auf (konvektives Niederschlagsereignis). Die Intensität dieses Niederschlagsereignisses ist vergleichsweise hoch. Dieser Ansatz wird bei Hochwasserschutzprojekten für die Dimensionierung der Binnenentwässerung angesetzt. Auf Grund der sehr unterschiedlichen Größe der Einzugsgebiete kann angenommen werden, dass die Ereignisse voneinander unabhängig sind, so dass die Auftretenswahrscheinlichkeiten miteinander multipliziert werden können. Insgesamt wird ein zu definierender Schutzgrad angestrebt, also eine festzulegende Auftretenswahrscheinlichkeit, dass ein Hochwasserereignis in der Donau, das eine Polderfüllung bedingt, gleichzeitig mit einem lokalen Starkniederschlagsereignis im EZG der Binnenentwässerung auftritt. Bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten erfolgt ein Wechsel von Jahreswahrscheinlichkeiten auf Tageswahrscheinlichkeiten. Dadurch kann die durchschnittliche Dauer der Füllung der Rückhalteräume in Tagen berücksichtigt werden.

Für die Festlegung des maßgebenden Niederschlagsereignisses sind beide Ansätze zu untersuchen. Für die Dimensionierung der Binnenentwässerung ist das jeweils ungünstigere Ereignis zu verwenden.



### **6.1.2.2 Abflusskonzentration**

Die Berechnung der Abflusskonzentration erfolgt mit Hilfe eines zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modells. Dazu wird das gesamte Einzugsgebiet der Binnenentwässerung mit seiner Topografie und den Rauheitsverhältnissen modelliert. Der Niederschlag wird über ein Raster verteilt punktuell als Randbedingung berücksichtigt. Die Abflusskonzentration wird im 2d-Modell durch die Lösung der tiefengemittelten Flachwassergleichungen realitätsnah ermittelt.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass bei einem derartigen Hochwasserereignis mit extremen Niederschlägen und aller Wahrscheinlichkeit nach intensiven Vorregenereignissen die Böden vollständig gesättigt sind. Es findet praktisch keine Versickerung von Oberflächenabfluss statt. Somit ist der gesamte Niederschlag abflusswirksam.

## **6.2 Rückhalteraum Helmeringen**

Abbildung 4 zeigt den Lageplan des Rückhalteraus Helmeringen. Die aktuelle Trassenplanung der Varianten ROVar A und ROVar B unterscheiden sich zwar, hinsichtlich der grundsätzlichen (konzeptionellen) Fragen zur Binnenentwässerung ist dies aber unerheblich (dies gilt auch für den Rückhalteraum Neugeschüttwörth und die entsprechende nachfolgende Abbildung 5).

Der Rückhalteraum Helmeringen ist nach oberstrom bzw. Südwesten hin offen, es ist kein Absperrbauwerk zur Begrenzung des Rückhalteraus nach oberstrom vorgesehen. Als südöstliche Begrenzung wird abschnittsweise die bestehende Altdeichtrasse verwendet. Bei Verlegung der Trasse entlang des Guts Helmeringen ist für kleine Teilflächen eine Binnenentwässerung in Form eines Sielbauwerks im Damm und einer Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers mittels Pumpen bei gefülltem Rückhalteraum und geschlossenem Siel erforderlich.

Die vier landseitigen Höfe betreiben Kleinkläranlagen (siehe dazu die Anlagen 2.2.1 bzw. 2.2.2). Die Entwässerung bei gefülltem Rückhalteraum ist zu untersuchen. Gegebenenfalls sind hier entsprechende Maßnahmen (Ausbau der Rückhaltevolumina, alternativ Pumpmaßnahmen) vorzusehen.

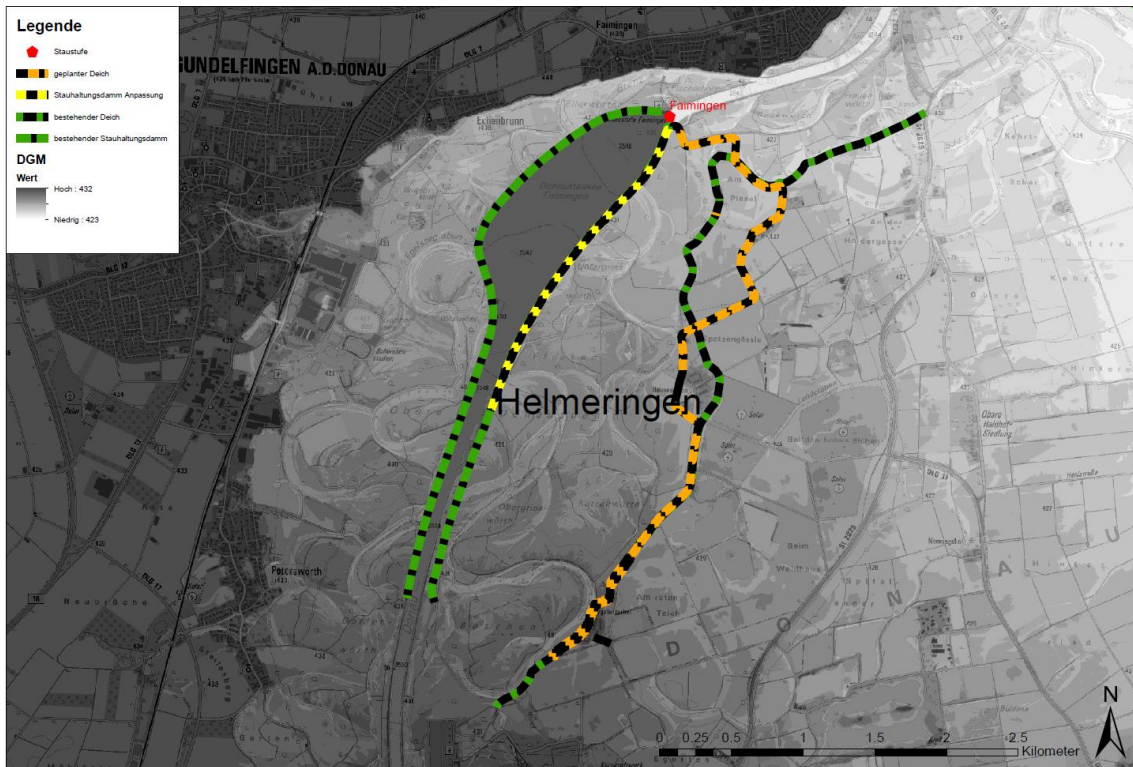


Abbildung 4: Lageplan Rückhalteraum Helmeringen, ROVar A

### 6.3 Rückhalteraum Neugeschüttwörth

Die Flächen des Rückhalterausms Neugeschüttwörth befinden sich im Riedstrom. Die Entwässerung der Flächen wasserseitig des geplanten Absperrdamms erfolgt der Topografie und des vorhandenen Grabensystems folgend über die Durchlässe im Damm und ggf. Deichfußgräben in Richtung Nordosten. Somit sind keine Maßnahmen zur Binnenentwässerung erforderlich.

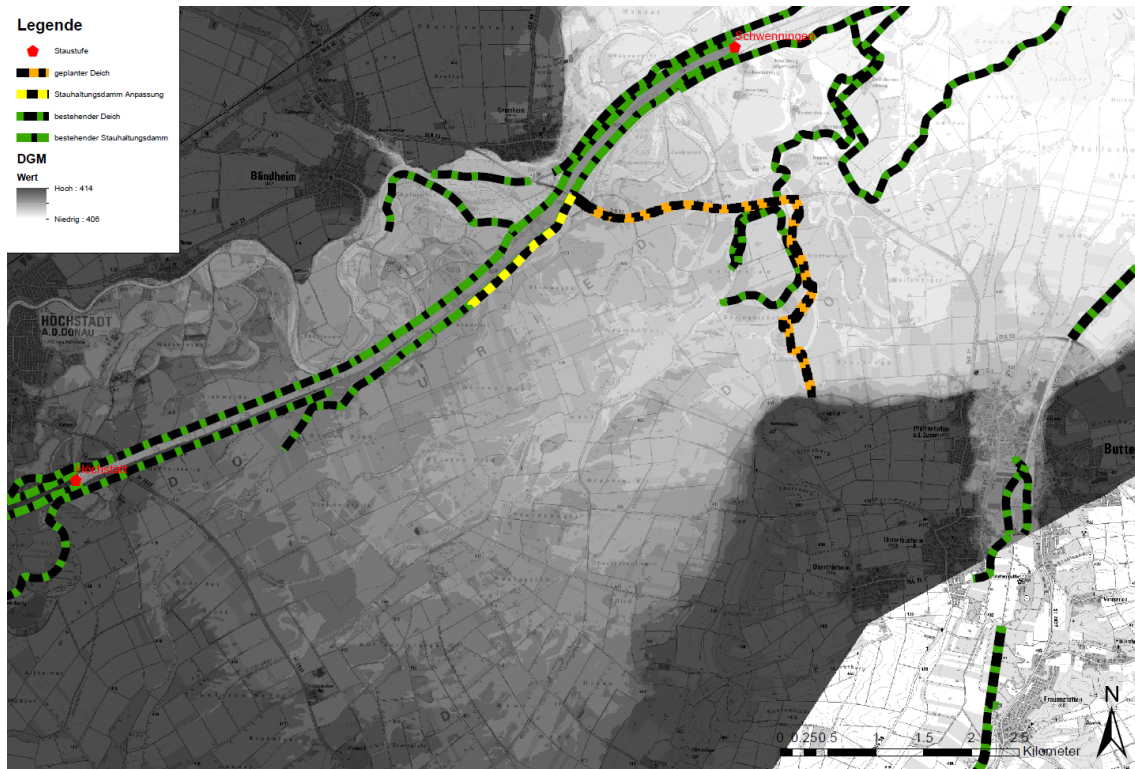


Abbildung 5: Lageplan Rückhalteraum Neugeschüttwörth, ROVar A

#### 6.4 Bischofswörth/Christianswörth

Der Rückhalteraum Bischofswörth/Christianswörth verläuft rechtsseitig der Donau und entwässert ins Unterwasser der Staustufe Höchstädt. Die technische Planung sieht folgende Maßnahmen vor (siehe auch Abbildung 6):

- Punktueller Rückbau der Bestandsdeiche;
- Anlegen eines durchgehenden Gerinnes für ökologische Flutungen;
- Geländemodellierungen/Deiche, um die ökologischen Flutungen auf bestimmte Flächen zu beschränken.

Die technischen Planungen haben keine Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Binnenentwässerung (Sickerwasser aus der Stauhaltung Höchstädt, drainiertes Grundwasser sowie Niederschlagswasser) in dem Gebiet.

In den folgenden Planungsphasen ist zu untersuchen, ob im Falle der ökologischen Flutungen Sickerwasser auf der Binnenseite der vorgesehenen Deiche bzw. Geländemodellierungen austreten kann. In diesem Fall sind binnenseitig der Deiche

bzw. der Geländeanpassungen gegebenenfalls Drainageleitungen bzw. Entwässerungsgräben anzulegen, welche das Sickerwasser nach unterstrom ableiten.

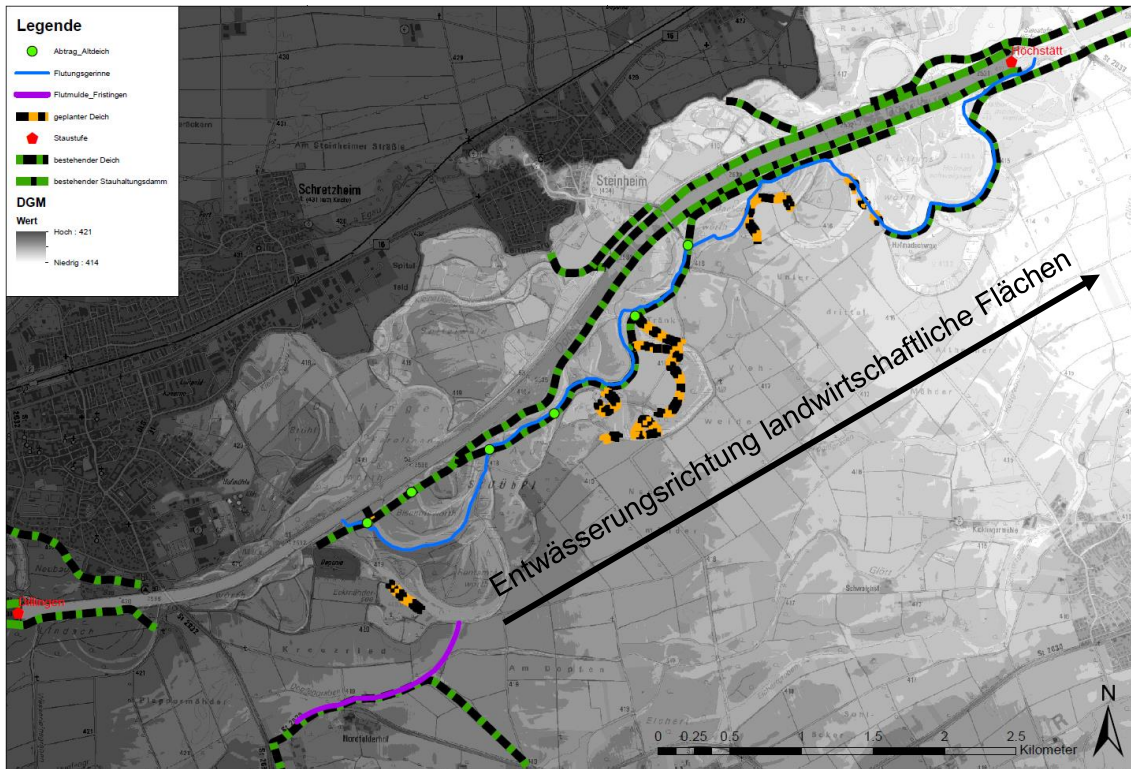


Abbildung 6: Lageplan Rückhalteraum Bischofswörth/Christianswörth

## 6.5 Zankwert

Der Rückhalteraum Zankwert befindet sich rechtsseitig der Donau hinter der Stauhaltung der Staustufe Schwenningen und entwässert in das Unterwasser der Staustufe. Die technische Planung sieht folgende Maßnahmen vor (siehe auch Abbildung 7):

- Punktueller Rückbau der Bestandsdeiche;
- Anlegen eines durchgehenden Gerinnes für ökologische Flutungen;
- Geländemodellierungen/Deiche um die ökologischen Flutungen auf bestimmte Flächen zu beschränken.

Die technischen Planungen haben keine Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Binnenentwässerung (Sickerwasser aus der Stauhaltung Schwenningen, drainiertes Grundwasser sowie Niederschlagswasser) in dem Gebiet. Die unterstrom gelegenen



Schwaigen sind von der Binnenentwässerung von Zankwert unabhängig und entwässern über ein Sielbauwerk unterstrom in die Donau.

Auch hier ist für den Fall der ökologischen Flutung zu untersuchen ob Sickerwasser auf der Binnenseite austreten kann. In diesem Fall sind binnenseitig Drainageleitungen bzw. Entwässerungsgräben anzulegen, welche das Sickerwasser nach unterstrom ableiten.

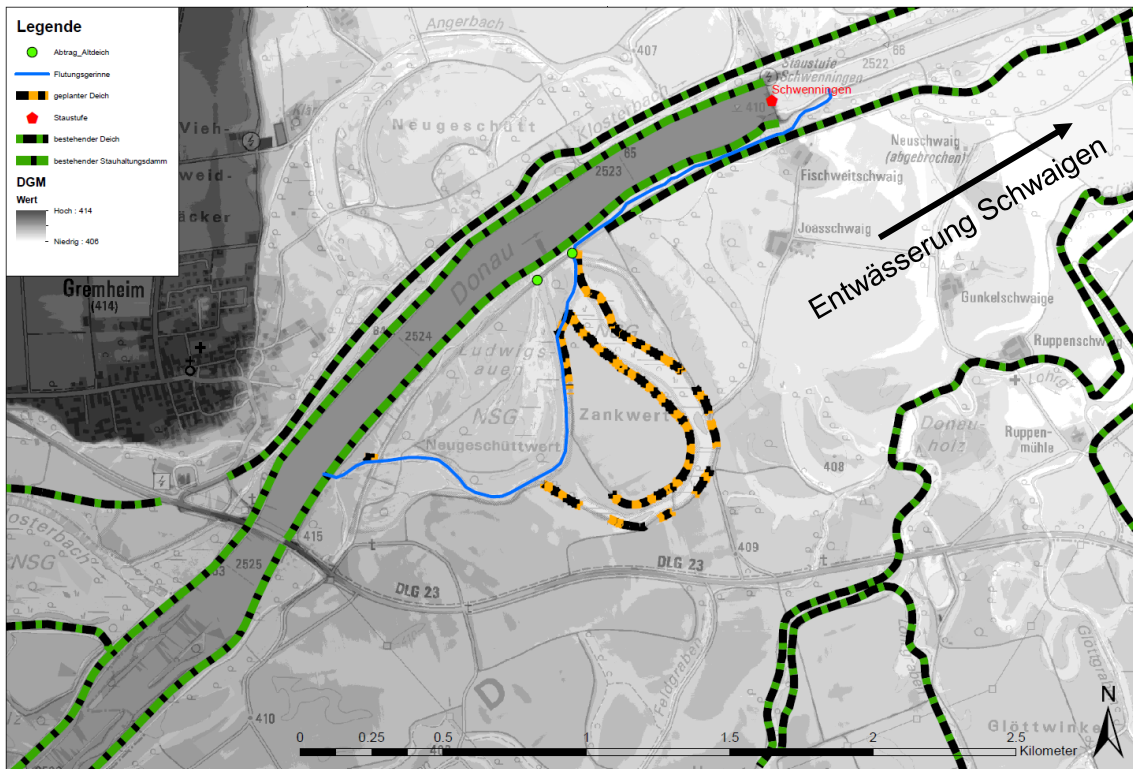


Abbildung 7: Lageplan Rückhalteraum Zankwert

## 6.6 Tapfheim

Der Rückhalteraum Tapfheim liegt im linksseitigen Vorland der Donau. Die technische Planung sieht folgende Maßnahmen vor (siehe auch Abbildung 8):

- Anlegen einer rückwärtigen Deichlinie vor der Ortslage;
- Flutmulde zur Überleitung des Abflusses des Reichenbaches bei Hochwasser;
- Sielbauwerke zur Durchleitung des Reichenbaches.

Die reguläre Binnenentwässerung des Rückhalteraumes kann wie im Bestand aufrechterhalten werden. Entlang der zurückversetzten Deichlinie entlang der Ortschaft sind dazu Sielbauwerke zur Durchleitung des Reichenbaches notwendig.

Im Einstaufall des Rückhalteraumes werden die Siele geschlossen. Der von Nordwesten kommende Reichenbach wird in diesem Fall über eine Flutmulde in den Rückhalteraum geleitet. Die Binnenentwässerung von Qualmwasser und lokalem Niederschlagswasser in der Ortschaft muss insbesondere in den tiefer gelegenen Ortsteilen über Schöpfwerke sichergestellt werden. Die Bemessung der Schöpfwerke kann hierbei analog zum Rückhalteraum Leipheim erfolgen (siehe Punkte 6.1.1 und 6.1.2).

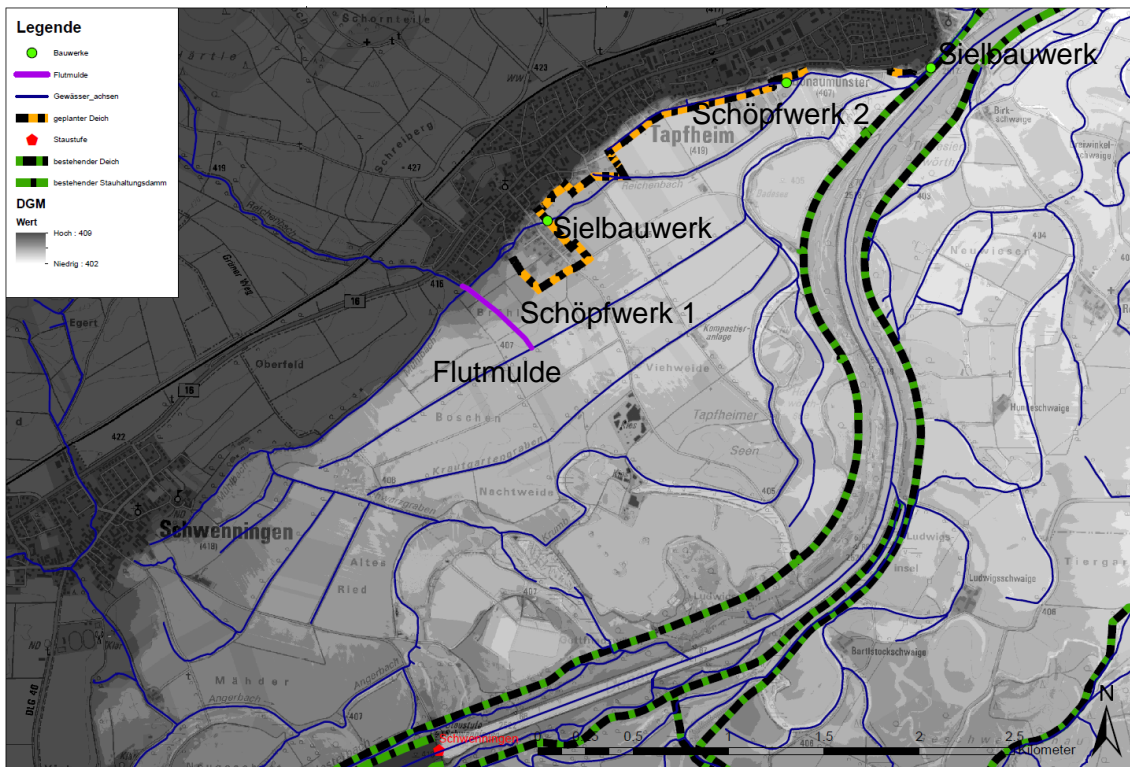


Abbildung 8: Lageplan Rückhalteraum Tapfheim, ROVar A

## 6.7 Donauwörth

Der Rückhalteraum Donauwörth liegt im linksseitigen Vorland der Kessel. Die technische Planung sieht folgende Maßnahme vor (siehe auch Abbildung 9):

- Anlegen einer Deichlinie zwischen B16 und linksseitigem Kesseldeich vor dem Riedlinger See.

Die reguläre Binnenentwässerung des Rückhalteraumes kann wie im Bestand aufrechterhalten werden. Eventuell sind entlang der Deichlinie kleinere Sielbauwerke oder Grabenumlegungen notwendig.

Im Falle eines Einstaus des Rückhalteraumes kann das Niederschlagswasser aus den Hängen nordwestlich der B16 weiterhin in den Rückhalteraum fließen. Anfallendes Qualm- und Niederschlagswasser im Bereich des Spindelhofes (nördlich der neuen Deichlinie) kann über das bestehende Binnenentwässerungssystem abgeführt werden. Gegebenenfalls ist binnenseitig des neuen Deiches eine Drainageleitung bzw. ein Entwässerungsgraben anzulegen, der mit dem vorhandenen Gefälle in Richtung des Riedlinger Sees entwässert. Ob das Binnenentwässerungssystem bei behinderter Vorflut in die Donau ausreichend ist oder z.B. Schöpfwerke zur Entwässerung des Gebietes notwendig sind, muss in den folgenden Planungsschritten untersucht werden. Die Bemessung der abzuführenden Wassermengen kann hierbei analog zum Rückhalteraum Leipheim erfolgen (siehe Punkte 6.1.1 und 6.1.2).

Für das Anwesen „Am Donaufeld“ ist ein Objektschutz in Verbindung mit Maßnahmen zur Grundwasserregulierung vorgesehen. Auch hier ist in weiteren Planungsschritten die Binnenentwässerung zu prüfen. Dabei sind entsprechende lokale Niederschlagsereignisse anzusetzen.

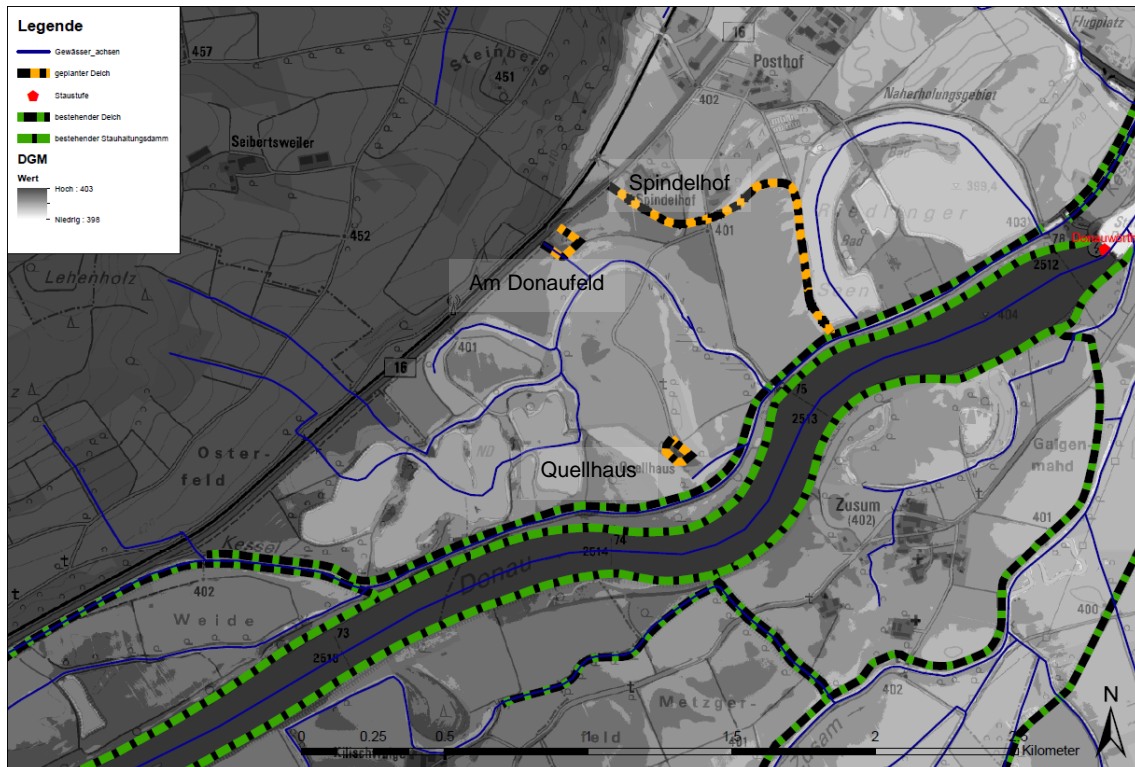


Abbildung 9: Lageplan Rückhalteraum Donauwörth, ROVar B

## 7 Zusammenfassung

Für das Hochwasserschutz Aktionsprogramm Schwäbische Donau zwischen Iller- und Lechmündung wurden die erforderlichen hydrologischen Daten zusammengestellt. Dies betrifft zum einen Hochwasserwellen für die Untersuchung der Wirkung von Rückhalteräumen. Zum anderen werden Überlegungen zur Binnenentwässerung bei den Rückhalteräumen angestellt.

Die erforderlichen Hochwasserwellen als Eingangsdaten für hydraulische Berechnungen zur Untersuchung der Wirkung der Rückhalteräume stehen zur Verfügung. Hier sind keine weiteren Auswertungen erforderlich.

Für die Dimensionierung der Maßnahmen zur Binnenentwässerung beim Rückhalteraum Leipheim sind vorbereitende Untersuchungen zur Wahl des maßgebenden Niederschlagsereignisses erforderlich. Die Untersuchung der Abflusskonzentration erfolgt mit Hilfe einer hydrodynamisch-numerischen Berechnung (2d-Modell, HYDRO\_AS-2d) im Rahmen späterer Planungsschritte.



Verwendete Unterlagen:

- [1] Franz Fischer Ingenieur GmbH: Donau (Iller bis Lech), Verbesserung Hochwasserschutz, Bedarfsplanung, 2017.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Hochwasserwelle April 1994 am Pegel Donauwörth (Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de))

Abbildung 2: Hochwasserereignis April 1994: Abflussganglinien Donau und Zuflüsse (Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de))

Abbildung 3: Lageplan Rückhalteraum Leipheim, ROVar A

Abbildung 4: Lageplan Rückhalteraum Helmeringen, ROVar A

Abbildung 5: Lageplan Rückhalteraum Neugeschüttwörth, ROVar A

Abbildung 6: Lageplan Rückhalteraum Bischofswörth/Christianswörth

Abbildung 7: Lageplan Rückhalteraum Zankwert

Abbildung 8: Lageplan Rückhalteraum Tapfheim, ROVar A

Abbildung 9: Lageplan Rückhalteraum Donauwörth, ROVar B

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Hochwasserabflüsse an ausgewählten Pegeln im Projektgebiet (in m<sup>3</sup>/s, (Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)))

Tabelle 2: Kenndaten von Pegeln im Projektgebiet, aus [1]

Tabelle 3: Auswertung der Hochwasserereignisse an der Donau seit 1988 am Pegel Donauwörth

Tabelle 4: Hochwasser – Jährlichkeit HQT an der Glött (Glött bis unterhalb der Mündung des Reichenbachs; Quelle: WWA Donauwörth).

Tabelle 5: Binnenentwässerung Rückhalteraum Leipheim: Teileinzugsgebiete und erforderliche Maßnahmen