

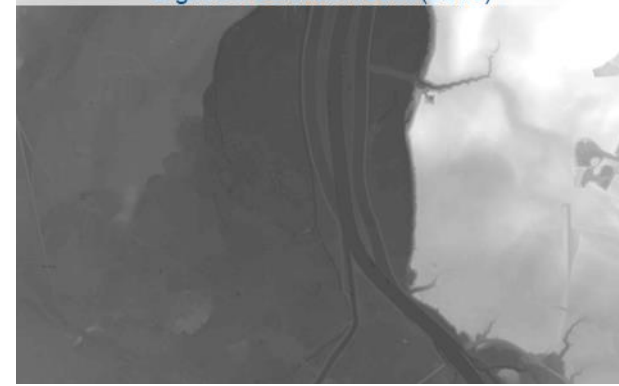
Historische Karten (1817-1841)



Luftbild heute (2018)



Digitales Geländemodell (2016)



Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung

Retentionspotentialstudie am Inn *Identifizierung, Wirkungsanalyse und Priorisierung potentieller Rückhalteräume – TP D*

Giehl, Stefan

bis 06/2021 Technische Universität München, Lehrstuhl für Wasserbau

Vorstellung der Ergebnisse der Innstudie

im Auftrag des Bayerischen Landesamt für Umwelt

Neuburg am Inn und Vogtareuth, den 13. & 14.12.2023; Burghausen und Neuötting, den 08. & 09.02.2024

I. Ziele & Aufgaben

II. Methodik

- Verwendete Grundlagen und Arbeitsmittel (Auszug)
- Vorgehen
- Zweidimensionale hydraulische Modellierung
- Standortsuche

III. Ergebnisse

IV. Fazit & Empfehlungen

I. Ziele & Aufgaben

Inhalte des Teilprojekts D der Retentionspotentialstudie Inn

- Wirkungsanalyse und Priorisierung der Flutpolder und Retentionsflächen,
 - Wellenbeeinflussung,
 - Steuerungsoptimierung,
 - ...an Inn und Salzach
- Standortsuche für potentielle, evtl. reaktivierbare, Rückhalteräume für gesteuerten und ungesteuerten Rückhalt
 - Wirkungsanalyse dieser Rückhaltmaßnahmen auf Hochwasserwellen
 - Bewertung und Maßnahmenpriorisierung der potentiellen Standorte
 - Möglichkeiten zur Wellenbeeinflussung und zur Steuerung
 - Kombinationswirkungsanalysen

II. Methodik



Verwendete Grundlagen und Arbeitsmittel (Auszug)

- Geodaten der Vermessungsverwaltungen aus Bayern, Tirol, Oberösterreich und Salzburg, bspw. Geländemodell, Landnutzungsdaten
- Daten der Wasserwirtschaftsverwaltungen aus Bayern, Tirol, Oberösterreich und Salzburg, bspw. Messdaten der Wasserstand- und Abflusspegelstationen, Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen
- Literatur

- Geoinformationssysteme
- Software zur 2D-hydraulischen Modellierung
- weitere Software zur Datenvorbereitung und -auswertung

II. Methodik

Vorgehen

Standortsuche

- *Historische Hochwasserflächen*
- *Vergleich Wasserspiegellage*

Beurteilung der grundsätzlichen Machbarkeit

Priorisierung

Herausforderungen

- *„Bautechnik“*
- *„Siedlung – Infrastruktur – Mensch“*
- *„Ökologie“*

Hydraulische Wirkung

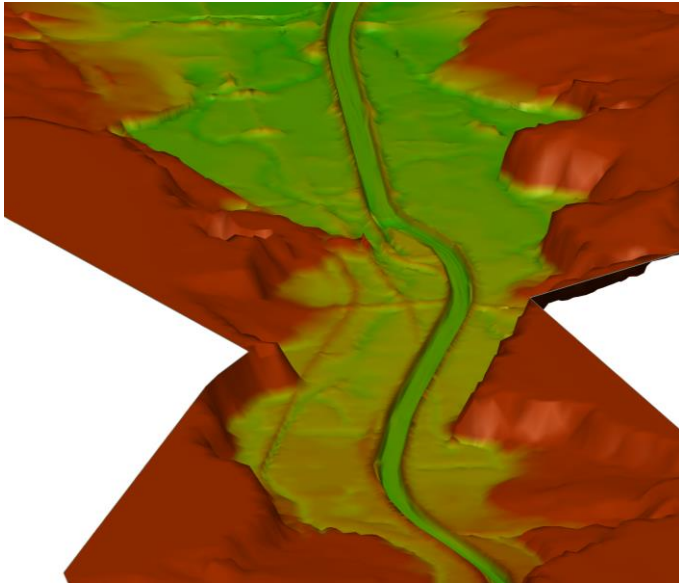
Reduktion potentieller Schaden

Empfehlungen

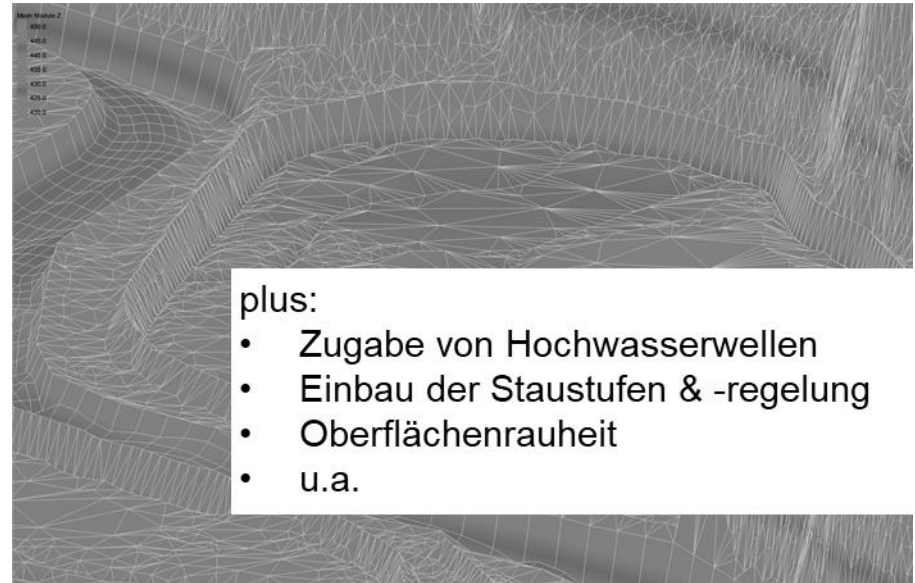
...aus der Wirkungsanalyse
...aus der Priorisierung

II. Methodik

Zweidimensionale hydraulische Modellierung:
Simulation von Fließgeschwindigkeit und Fließtiefen



Geländemodelle aus Vermessungsdaten und DGM1



plus:

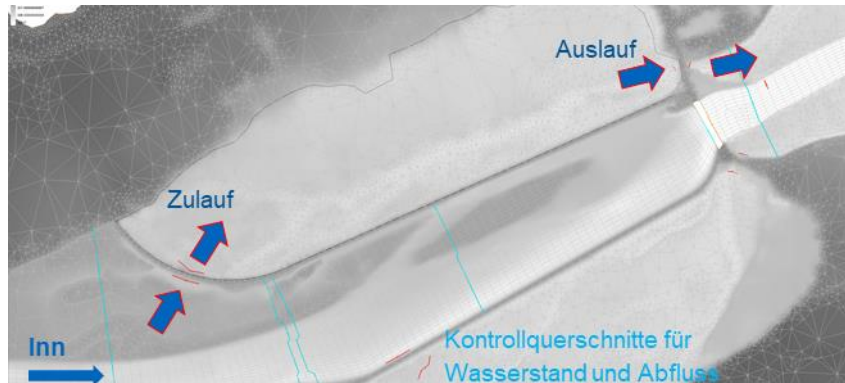
- Zugabe von Hochwasserwellen
- Einbau der Staustufen & -regelung
- Oberflächenrauheit
- u.a.

Berechnungsnetz aus Geländemodell in einer 3D Ansicht des Inns (links) und eines Polders (rechts)

II. Methodik

Zweidimensionale hydraulische Modellierung: Simulation von Fließgeschwindigkeit und Fließtiefen

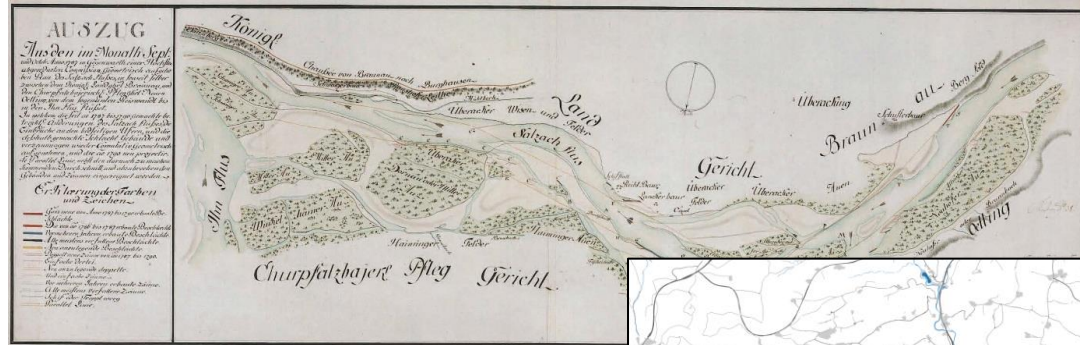
	Fließstrecke Hauptgewässer	Größe des 2D- Modells
Inn, Oberaudorf bis Wasserburg	52 km	~ 147 km ²
Inn, Wasserburg bis Stammham	83 km	~ 166 km ²
Inn, Stammham bis Passau, und Donau bis Jochenstein	70 km	~ 277 km ²
Salzach, Salzburg bis Burghausen, mit Saalach ab Siezenheim	59 km	~ 88 km ²



*Konzept eines Rückhalteraums im Berechnungsnetz zur
Simulation des Rückhaltepotentials*

II. Methodik

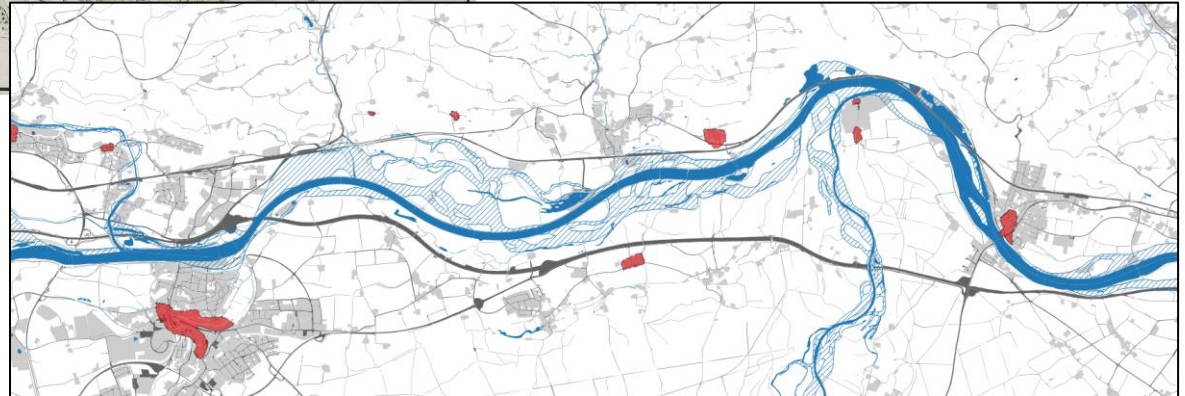
Standortsuche für potentielle, evtl. reaktivierbare, Rückhalteräume:
„Methode historische Flächen“



„Geometrischer Plan“ von 1787/90 im Gebiet der Salzachmündung in den Inn (Wiesbauer, 1999)

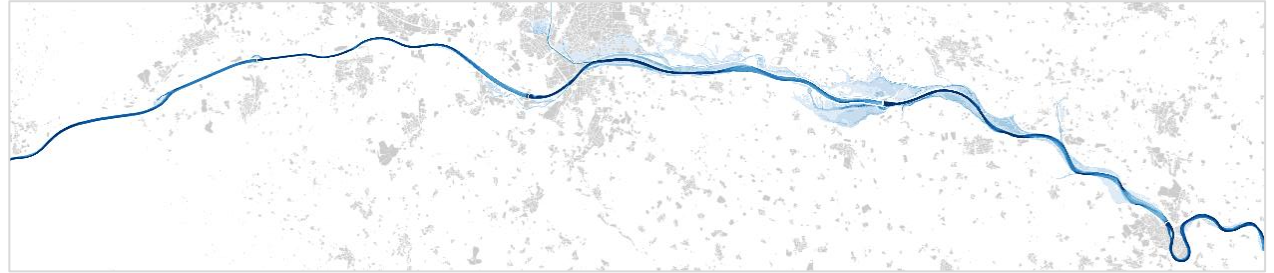
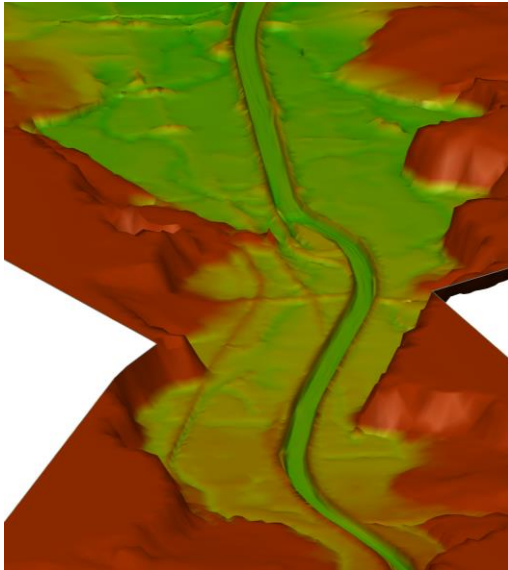
Inn zwischen Neuötting und Stammham
grau: Infrastruktur und Bebauung heute,
rot: Siedlungsflächen ca. 1800
blau: Inn heute,
schraffiert: Inn ca. 1800

Datenquelle: Vermessungsverwaltung Bayern



II. Methodik

Standortsuche für potentielle, evtl. reaktivierbare, Rückhalteräume:
„Methode historische Flächen“

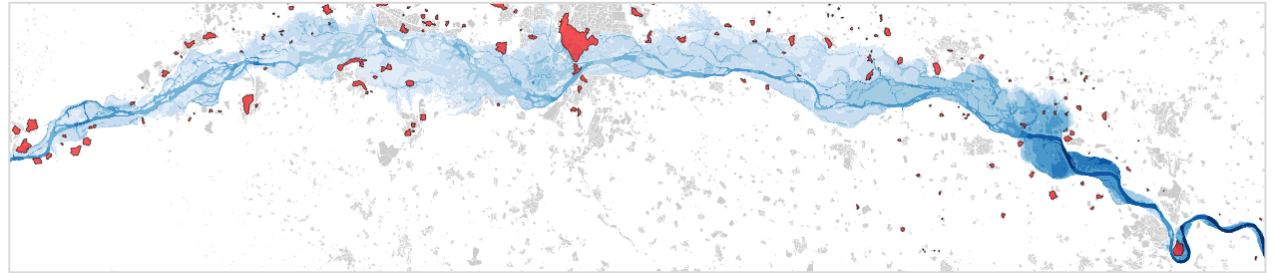
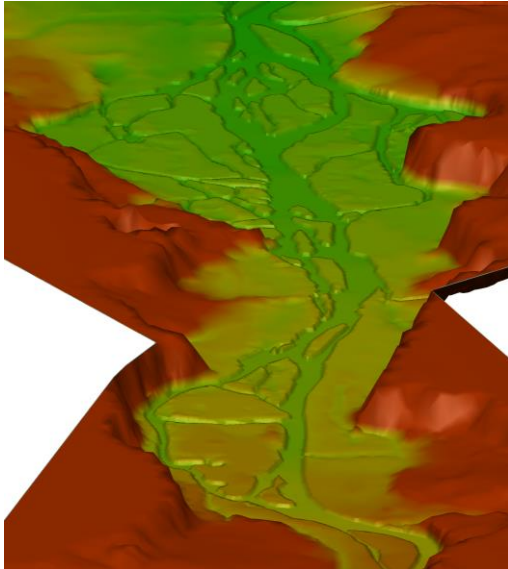


*Inn heute zwischen Oberaudorf und Wasserburg aus
Simulation mit Hochwasserwelle.
grau: Siedlungsfläche heute*

*Inn im heutigen Zustand im Bereich
Stauraum Nußdorf*

II. Methodik

Standortsuche für potentielle, evtl. reaktivierbare, Rückhalteräume:
„**Methode historische Flächen**“



*Inn früher (um 1800) zwischen Oberaudorf und Wasserburg
aus Simulation mit identischer Hochwasserwelle.
grau: Siedlungsfläche heute, rot: Siedlungsfläche um 1800
(nur im Modellgebiet)*

*Inn im Zustand um das Jahr 1800 im Bereich
Stauraum Nußdorf*

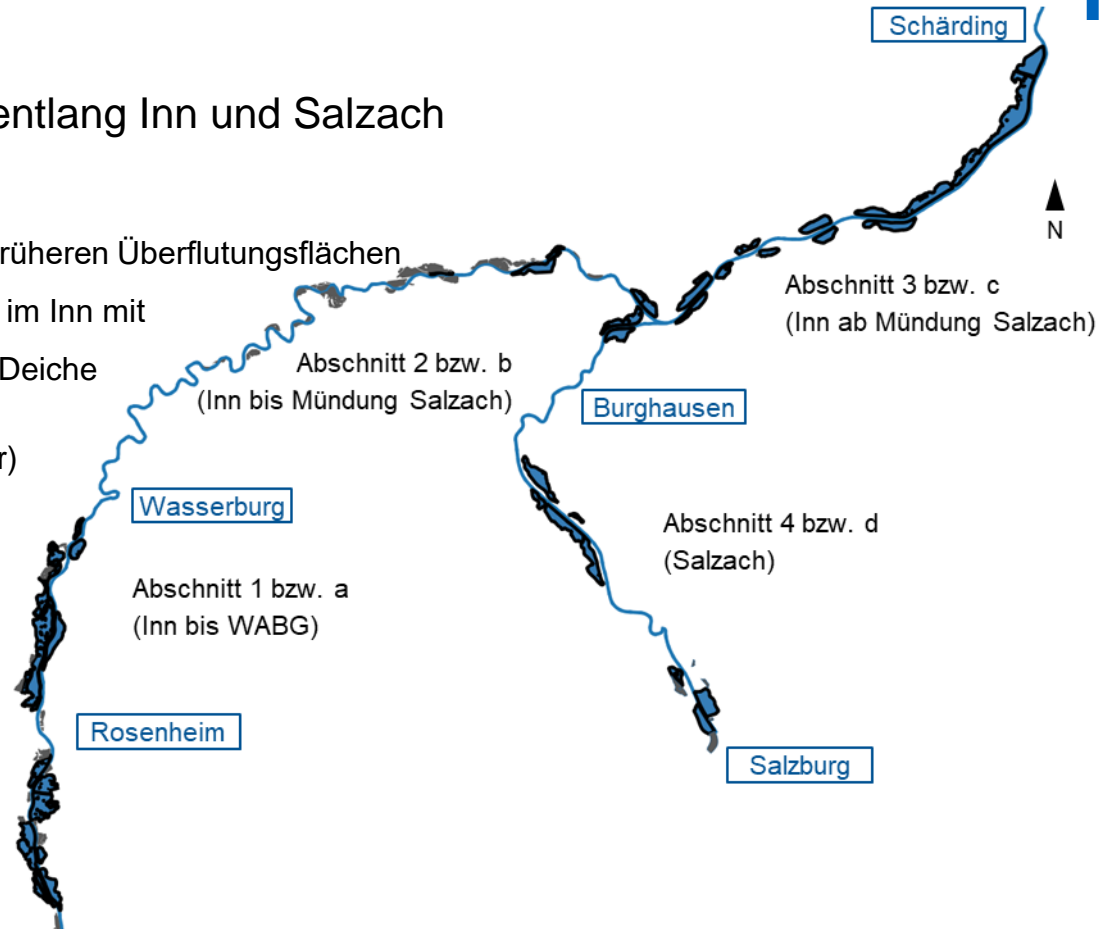
III. Ergebnisse

Verteilung ermittelte Flächen entlang Inn und Salzach

... aus Vergleich zwischen heutigen und früheren Überflutungsflächen

... aus Vergleich der Wasserspiegellagen im Inn mit dem Gelände außerhalb der Dämme / Deiche

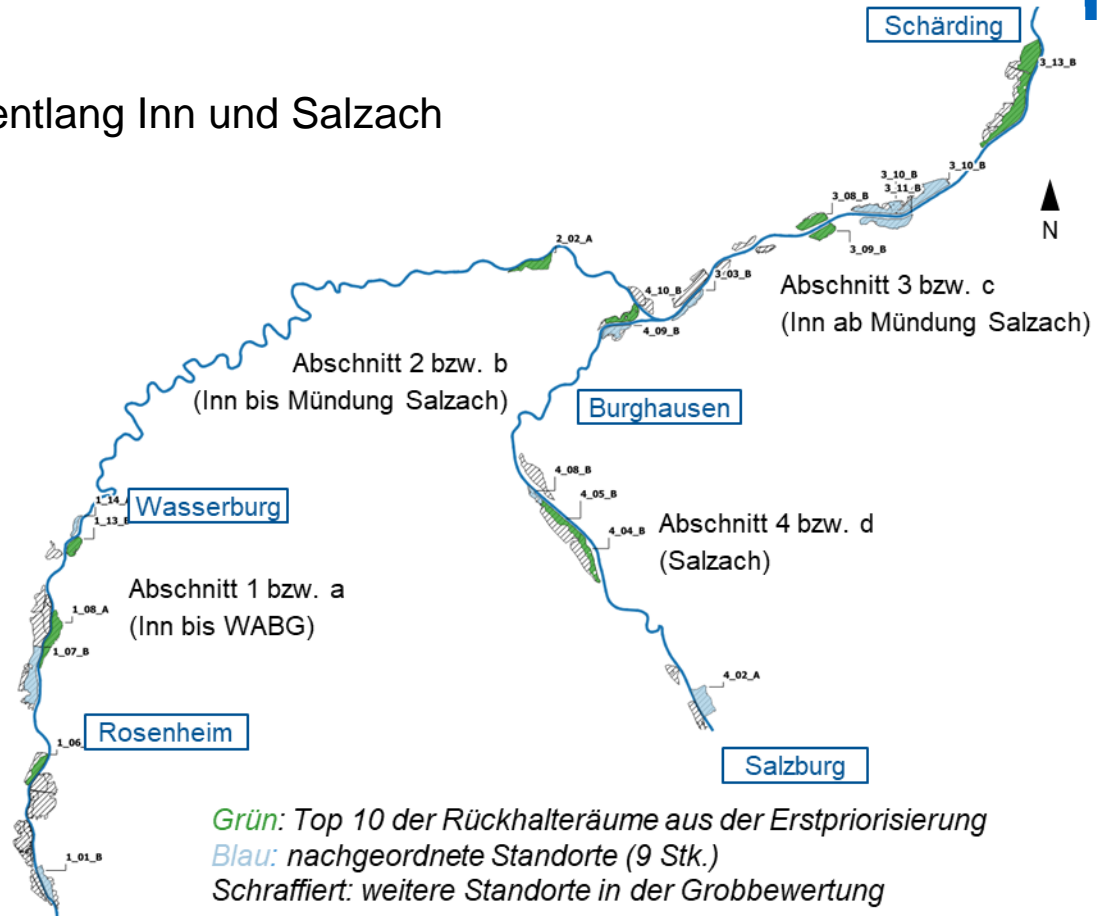
- Mindestvolumen 1 Mio. m³ (Flutpolder)
- Mindestfläche < 10 Hektar (Deichrückverlegung)
- Ausgeschlossen wurde „Bebauung“, „Gewerbegebiet“, „Sonstige Siedlungsfläche (z. B. Freizeit- und Sportflächen)“ und Infrastruktur (z.B. Bahn, Straße)



III. Ergebnisse

Verteilung ermittelte Flächen entlang Inn und Salzach

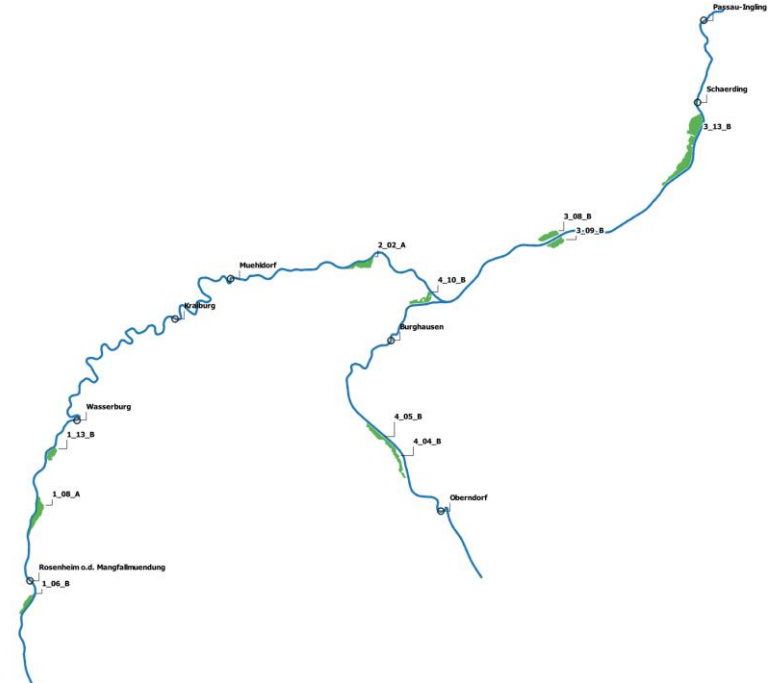
Erstpriorisierung: Auswahl der prioritär zu verfolgenden Standorte anhand der hydraulischen Wirkung und der qualitativ-quantitativen Beurteilung



III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

Polder ID	Potentiell verfügbares Volumen [Mio. m ³]	Lage (Einlaufbauwerk) [Fkm]	Nahpegel
a_06_B	8,2	190,8	Wasserburg
a_08_A	17,4	176,0	Wasserburg
a_13_B	4,6	166,4	Wasserburg
b_02_A	5,2	85,0	Stammham
c_08_B	13,5	51,0	Passau
c_09_B	10,7	50,0	Passau
c_13_B	62,8	29,0 & 27,2	Passau
d_04_B	5,9	37,8	Burghausen
d_05_B	8,7	33,0	Burghausen
d_10_B	6,4	5,0	Braunau



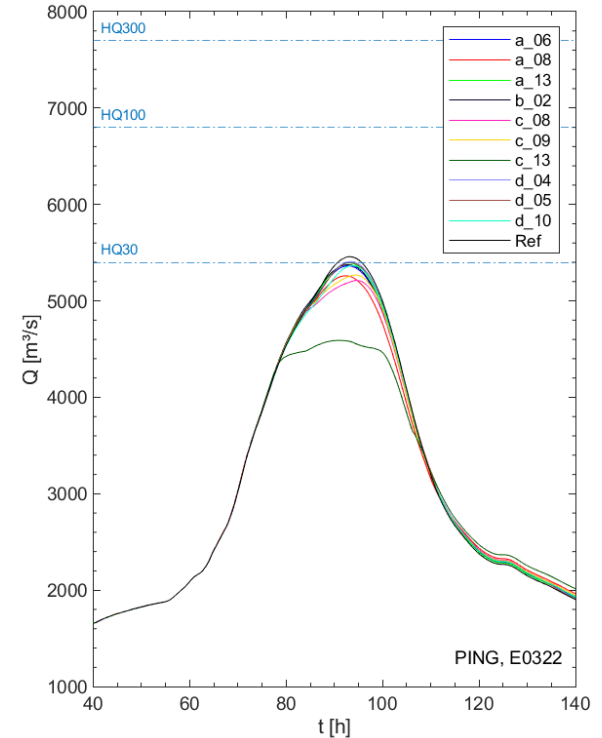
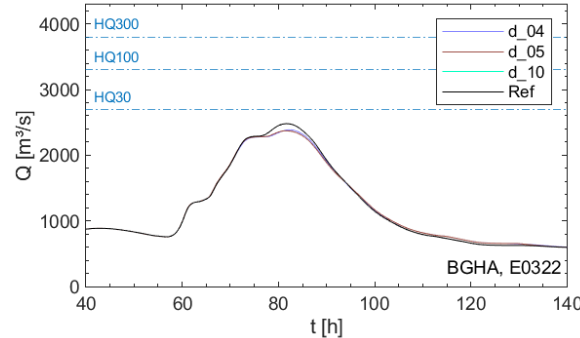
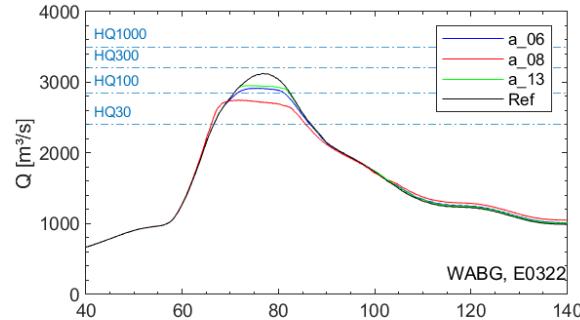
Redaktioneller Hinweis: in den Präsentationen wurden an dieser Stelle nur die im jeweiligen Abschnitt gelegenen potentiellen Standorte mit Steckbriefen vorgestellt. Diese sind in diesen Dokument am Ende gesammelt zu finden.
 In Neuburg am Inn: c_08, c_09, c_13; in Vogtareuth: a_06, a_08, a_13; in Burghausen: d_04, d_05, d_10; in Neuötting: b_02.

III. Ergebnisse

Einzelwirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume (hier: Flutpolder)

Abflussganglinien an den Pegeln
Wasserburg (WABG), Burghausen
(BGHA) und Passau-Ingling (PING)
beim sog. „Ereignis E0322“

- Reduktion von ca. HQ_{300} auf fast HQ_{100}
bzw. darunter am Pegel WABG
- ca. HQ_{30} in PING
- Flutpolder an der Salzach ohne
Vollfüllung, da Scheitel $< HQ_{30}$

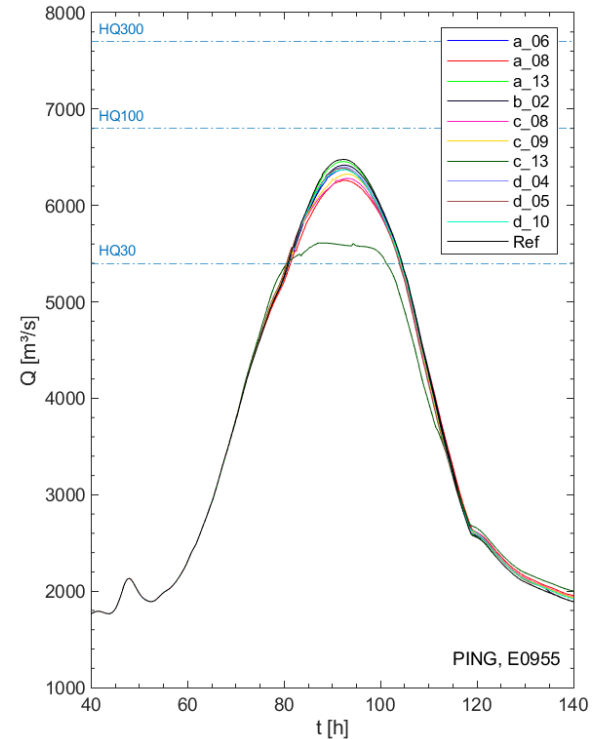
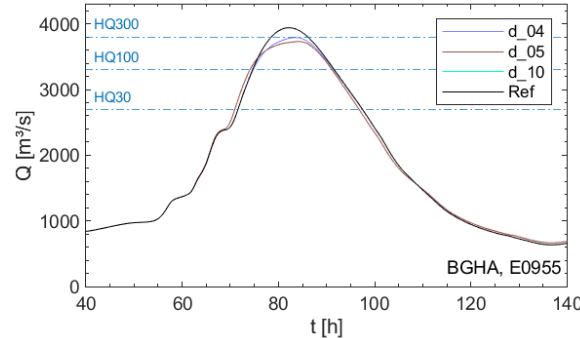
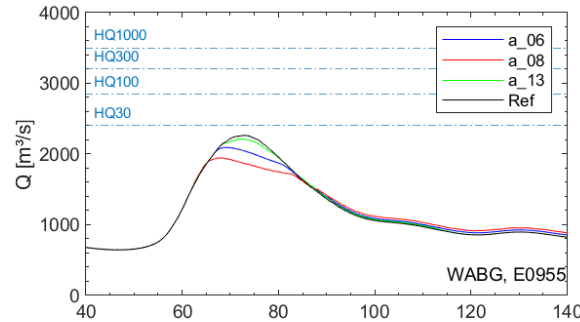


III. Ergebnisse

Einzelwirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume (hier: Flutpolder)

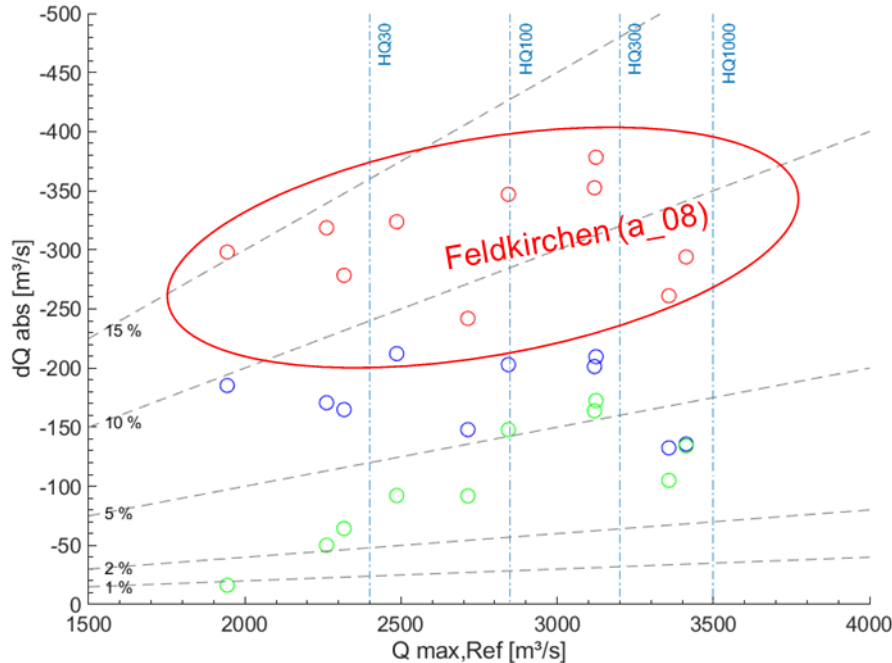
Abflussganglinien an den Pegeln
Wasserburg (WABG), Burghausen
(BGHA) und Passau-Ingling (PING)
beim sog. „Ereignis E0955“

- Wirkung von a_08 (vor WABG) trotz Zufluss Salzach noch in PING sichtbar
- Wirkung von c_08 und c_09 ähnlich wie a_08 (Volumina ca. 13, 11, 17 Mio. m³)



III. Ergebnisse

Einzelwirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume (hier: Flutpolder)

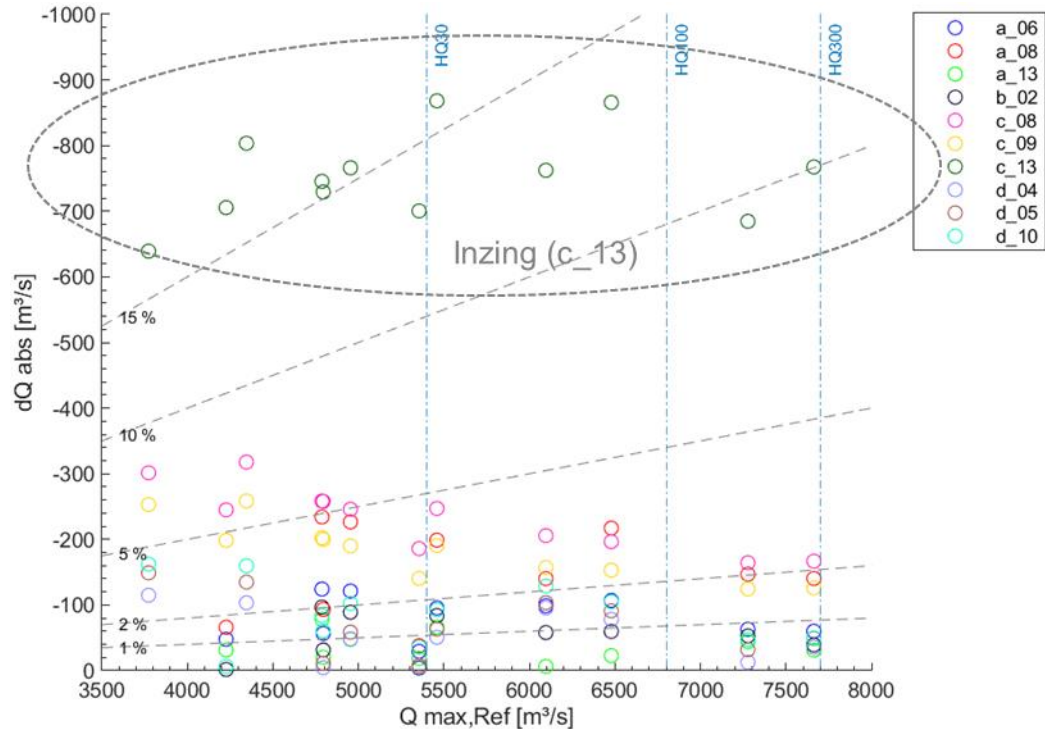


Wirkung am Pegel Wasserburg (WABG)

- die absolute Wirkung ist unabhängig vom Scheitelabfluss des Hochwassers recht konstant; die relative Wirkung wird dementsprechend mit zunehmenden Abflüssen geringer
- bei Hochwasserereignissen der Größenordnung HQ_{100}
→ Scheitelreduktionen von ca. 5 bis 12 %
- bei Hochwasserereignissen der Größenordnung HQ_{300} und mehr
→ Scheitelreduktionen von ca. 3 bis 8 %
- Beeinflussung durch Zwischeneinzugsgebiet möglich

III. Ergebnisse

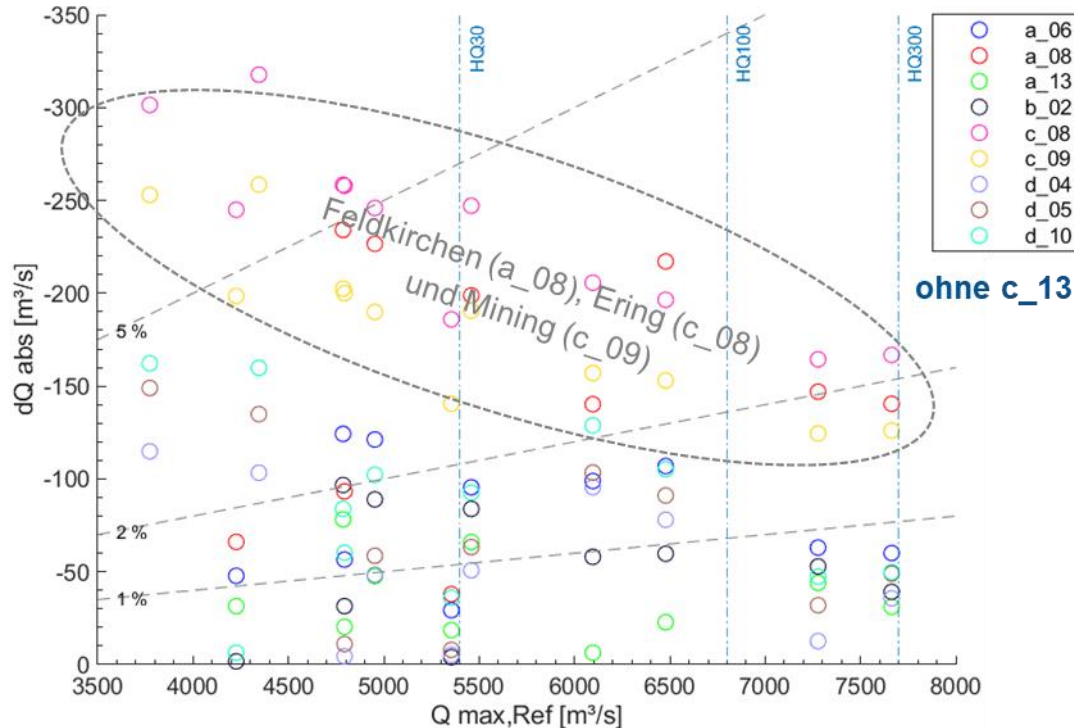
Einzelwirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume (hier: Flutpolder)



- Wirkung am Pegel Passau-Ingling am Inn (PING)
- Wirksamster Flutpolder: c_13 (Inzing)
→ Scheitelreduktionen von ca. 10 bis über 15 %

III. Ergebnisse

Einzelwirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume (hier: Flutpolder)

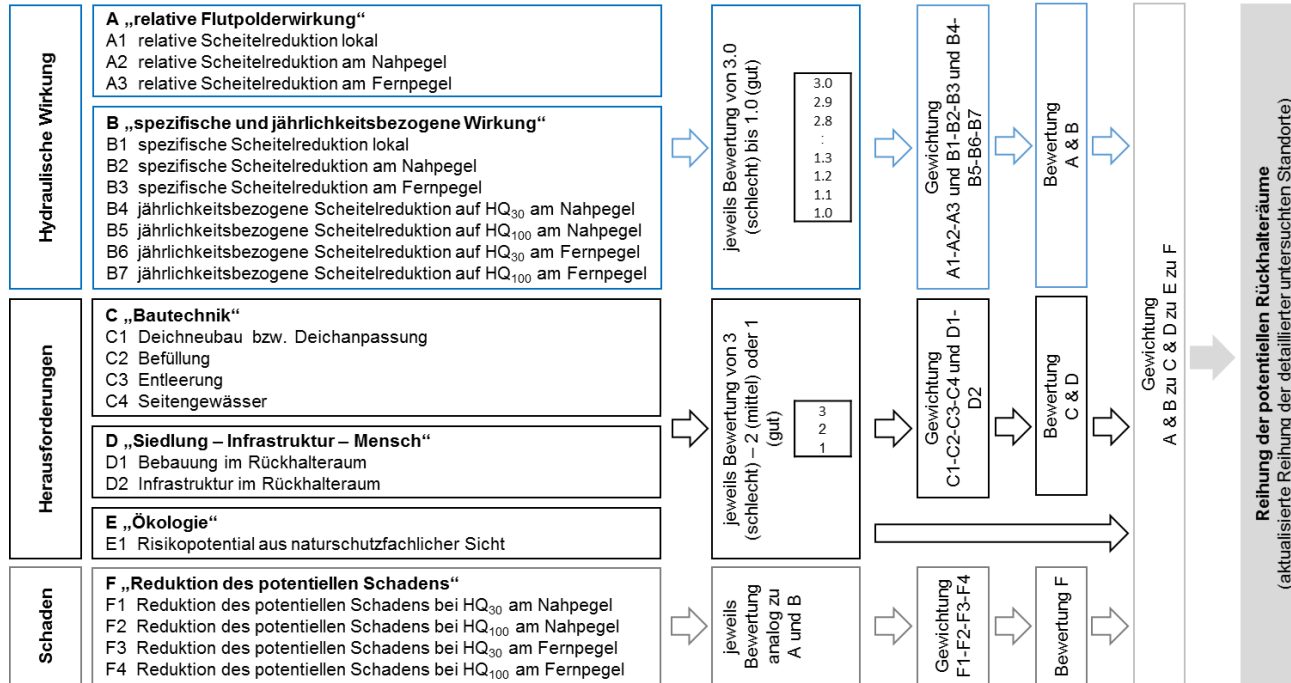


Wirkung am Pegel Passau-Ingling am Inn (PING)

- Wirksamster Flutpolder: c_13 (Inzing)
→ Scheitelreduktionen von ca. 10 bis über 15 %
- Weitere wirksame Flutpolder in Passau:
 - a_08 (Feldkirchen), trotz Überlagerung mit Salzach ist Wirkung in PING sichtbar
 - c_08 (Ering) und c_09 (Mining)
- Je nach Aufbau des Hochwassers haben auch Rückhalteräume an der Salzach noch Wirkung in Passau
- bei Hochwasserereignissen der Größenordnung HQ_{30}
→ Scheitelreduktionen von 0 bis ca. 4,5 %
- bei Hochwasserereignissen der Größenordnung HQ_{100}
→ Scheitelreduktionen von 0 bis ca. 3 %

III. Ergebnisse

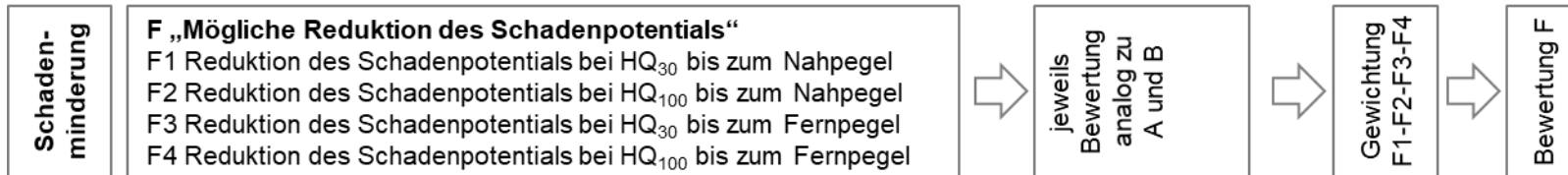
Erweitertes Schema der Priorisierung der potentiellen Rückhalteräume



III. Ergebnisse

Weitere Bewertungskriterien neben der hydraulischen Wirkung

Herausforderungen	C „Bautechnik“		Nr.	Bezeichnung	Natura 2000	Schutzgebiete	Geschützte Biotope / Biotopgruppen	Geschützte und gefährdete Arten	Landschaftsbild/ Erholung	GESAMT ohne Kompensationsmaßnahmen	Reihung gesamt*	GESAMT mit Kompensationsmaßnahmen
	C1 Deichneubau bzw. Deichanpassung		1_08_A	Feldkirchen Vogtareuth	hoch	gering	gering	mäßig	gering	gering	1	positiv
	C2 Befüllung		1_13_B	Altenhohenau	mäßig	gering	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig	2	gering
	C3 Entleerung		1_06_B	Erlenu-Happing	kein / nicht relevant	hoch	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig	3	mäßig
	C4 Seitengewässer		3_09_B	Mining	hoch	kein / nicht relevant	hoch	hoch	mäßig	hoch	4	mäßig
	D „Siedlung – Infrastruktur – Mensch“		3_08_B	Ering	hoch	kein / nicht relevant	mäßig	hoch	hoch	hoch	5	mäßig
	D1 Bebauung im Rückhalteraum		2_02_A	Perach rechts	sehr hoch	kein / nicht relevant	hoch	hoch	gering	hoch	6	mäßig
	D2 Infrastruktur im Rückhalteraum		3_13_B	Inzing-Redinger	hoch	kein / nicht relevant	hoch	hoch	hoch	hoch	7	mäßig
	E „Ökologie“		4_10_B	Halming	hoch	hoch	mäßig	hoch	hoch	hoch	8	mäßig
	E1 Risikopotenzial aus naturschutzfachlicher Sicht		4_04_B	Fridolfing 1	sehr hoch	kein / nicht relevant	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	9	hoch
		4_05_B	Fridolfing 2	sehr hoch	kein / nicht relevant	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	10	hoch	



III. Ergebnisse

Ergebnis der Priorisierung mit abschließender Reihung

Polder ID	Potentiell verfügbares Volumen [Mio. m ³]	Lage (Einlaufbauwerk) [Fkm]	Bewertung	Rang innerhalb Abschnitt	
a_06_B	Erlenau-Happing	8,2	190,8	1,90	2
a_08_A	Feldkirchen-Vogtareuth	17,4	176,0	1,44	1
a_13_B	Altenhohenau	4,6	166,4	2,01	3
b_02_A	Perach rechts	5,2	85,0	2,24	1
c_08_B	Ering	13,5	51,0	1,97	2
c_09_B	Mining	10,7	50,0	1,98	3
c_13_B	Inzing	62,8	29,0 & 27,2	1,81	1
d_04_B	Fridolfing 1	5,9	37,8	2,17	2
d_05_B	Fridolfing 2	8,7	33,0	2,10	1
d_10_B	Haiming	6,4	5,0	2,23	3

Differenzen zwischen Standorten oft sehr gering!

- a_06 und a_13 nur 0,11 Notenstufen
- c_08 und c_09 nur 0,01 Notenstufen
- d_04 und d_05 nur 0,07 Notenstufen

IV. Fazit und Empfehlungen

...aus den Ergebnissen der Studie der TUM abgeleitet (1/3)

Im Rahmen dieser Potentialstudie wurde...

- das verfügbare Potential zum Hochwasserrückhalt und zur (Re-)Aktivierung potentieller Rückhalteräume ge- und untersucht,
- eine nachvollziehbare, ergebnisoffene und belastbare Priorisierungsmethode von Rückhalteräumen erarbeitet,
- eine detaillierte hydrologisch-hydraulische Wirkungsanalyse der potentiellen Rückhalteräume durchgeführt.

Die Priorisierung der zehn detaillierter untersuchten Standorte bietet eine erste Entscheidungshilfe für weiter zu verfolgende Standorte an.

Die Studie liefert aufgrund ihrer Konzeption daher eine Grundlage für weitere (Planungs-) Schritte.

IV. Fazit und Empfehlungen

...aus den Ergebnissen der Studie der TUM abgeleitet (2/3)

- gute Wirkung der gesteuerten Flutpolder auf Wasserburg; es empfiehlt sich Standort Feldkirchen (a_08)
 - Scheitelreduktionen bis max. ca. 15 % bzw. 55 cm am Pegel Wasserburg und bis max. 4,9 % bzw. 25 cm am Pegel Passau (Inn)
 - schneidet in der Priorisierung mit Abstand am besten sowohl in diesem Abschnitt als auch abschnittsübergreifend ab
- zwischen Wasserburg und Salzach-Mündung außer Perach keine potentiell reaktivierbaren Standorte
- an der Salzach nur wenige grundsätzlich geeignete Standorte für gesteuerten Rückhalt; d_04 und d_05 bei Fridolfing mit lokal relativ hohen Scheitelreduktionen (max. 20 – 30 cm am Pegel Burghausen)
- Unterhalb der Salzach-Mündung haben drei Standorte eine fast identische Bewertung in der abschließenden Priorisierung
 - Standort Inzing (c_13) mit großem Rückhaltevolumen aus hydraulischer Sicht prioritär zu verfolgen
 - Scheitelreduktion max. 18,5 % bzw. 80 cm in Passau (Inn)
- Deichrückverlegungen können bei kleineren Ereignissen lokal deutliche Scheitelreduktionen erzielen, welche aber mit zunehmenden Abflüssen geringer ausfallen

IV. Fazit und Empfehlungen

...aus den Ergebnissen der Studie der TUM abgeleitet (3/3)

- ein einzelner Rückhalteraum reicht nicht aus, um signifikante Scheitelreduktionen sowohl am Inn unterhalb der Salzachmündung (z. B. in Neuhaus, Schärding und Passau) als auch in der oberhalb liegenden Strecke (z. B. in Wasserburg, Kraiburg und Mühldorf) bewirken zu können.
- Es empfiehlt sich zumindest am Inn jeweils ein Standort pro Abschnitt ober- und unterhalb der Salzachmündung aus folgenden Gründen
 - ein Flutpolder oberstrom von Wasserburg für den Überlastfall der ab dort bestehenden Hochwasserschutzanlagen mit Ausbaugrad auf i.d.R. HQ_{100}
 - flexible Reaktion auf verschiedene hydrologische Szenarien (inn-, salzach- oder von beiden geprägt)
 - ein Flutpolder unterhalb der Salzachmündung, zur Verbesserung der Wirkung eines etwaigen oberstromigen RHR und zur Reaktion auf die möglichen Wellenüberlagerungen von Inn und Salzach.
 - Kombinationen von Flutpoldern, um prognosebedingt suboptimale Nutzung des verfügbaren Rückhaltevolumens auszugleichen zu können und als Redundanz zur Erhöhung der Ausfall-, Funktions- und Betriebssicherheit.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Übersichtskarten der potentiellen Standorte

Redaktioneller Hinweis: in den Präsentationen wurden die im jeweiligen Abschnitt gelegenen potentiellen Standorte mit Übersichtskarten ab Folie 13 vorgestellt. Diese sind in diesem Dokument zur besseren Lesbarkeit hier am Ende gesammelt zu finden.

In Neuburg am Inn: c_08, c_09, c_13; in Vogtareuth: a_06, a_08, a_13; in Burghausen: d_04, d_05, d_10; in Neuötting: b_02.

zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

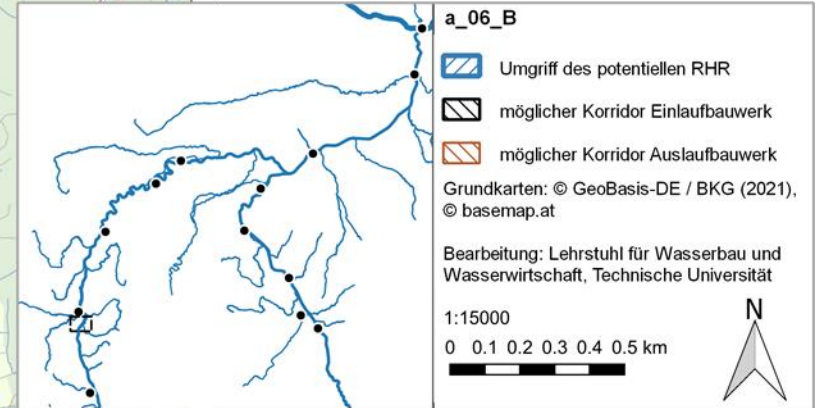
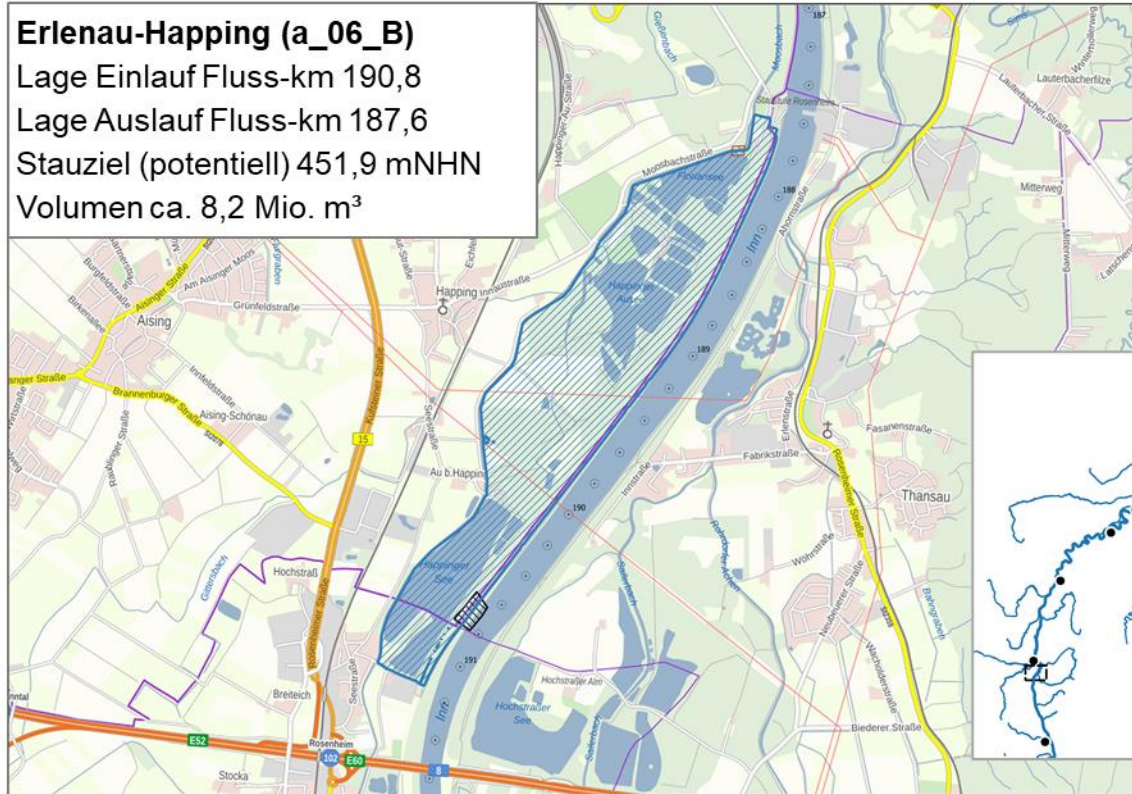
Erlenau-Happing (a_06_B)

Lage Einlauf Fluss-km 190,8

Lage Auslauf Fluss-km 187,6

Stauziel (potentiell) 451,9 mNHN

Volumen ca. 8,2 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

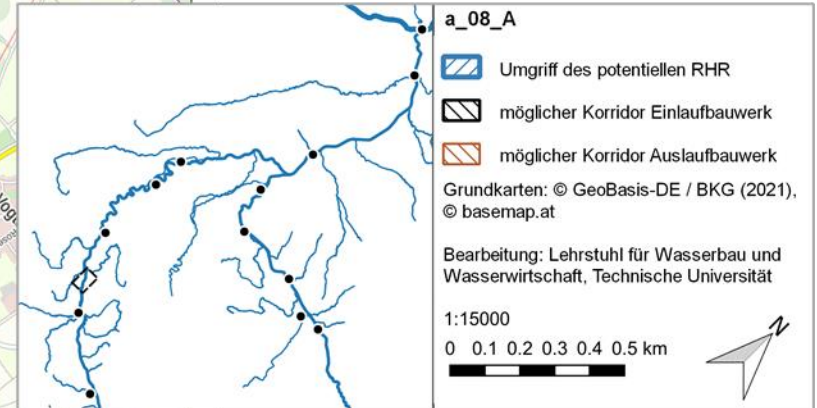
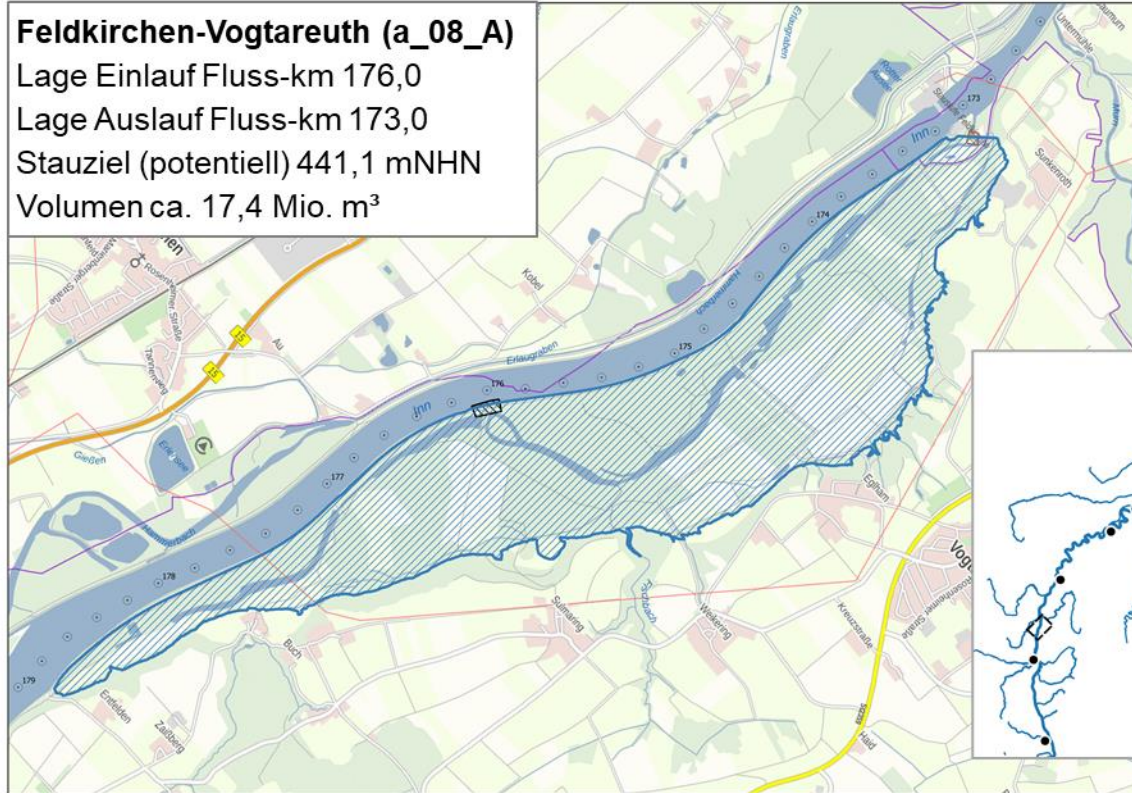
Feldkirchen-Vogtareuth (a_08_A)

Lage Einlauf Fluss-km 176,0

Lage Auslauf Fluss-km 173,0

Stauziel (potentiell) 441,1 mNHN

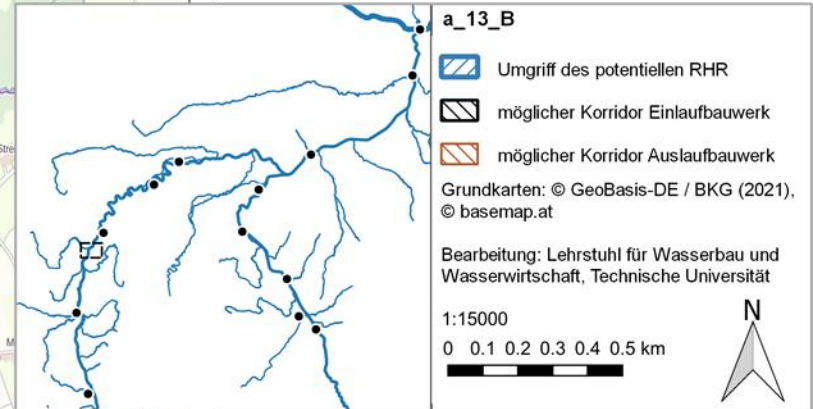
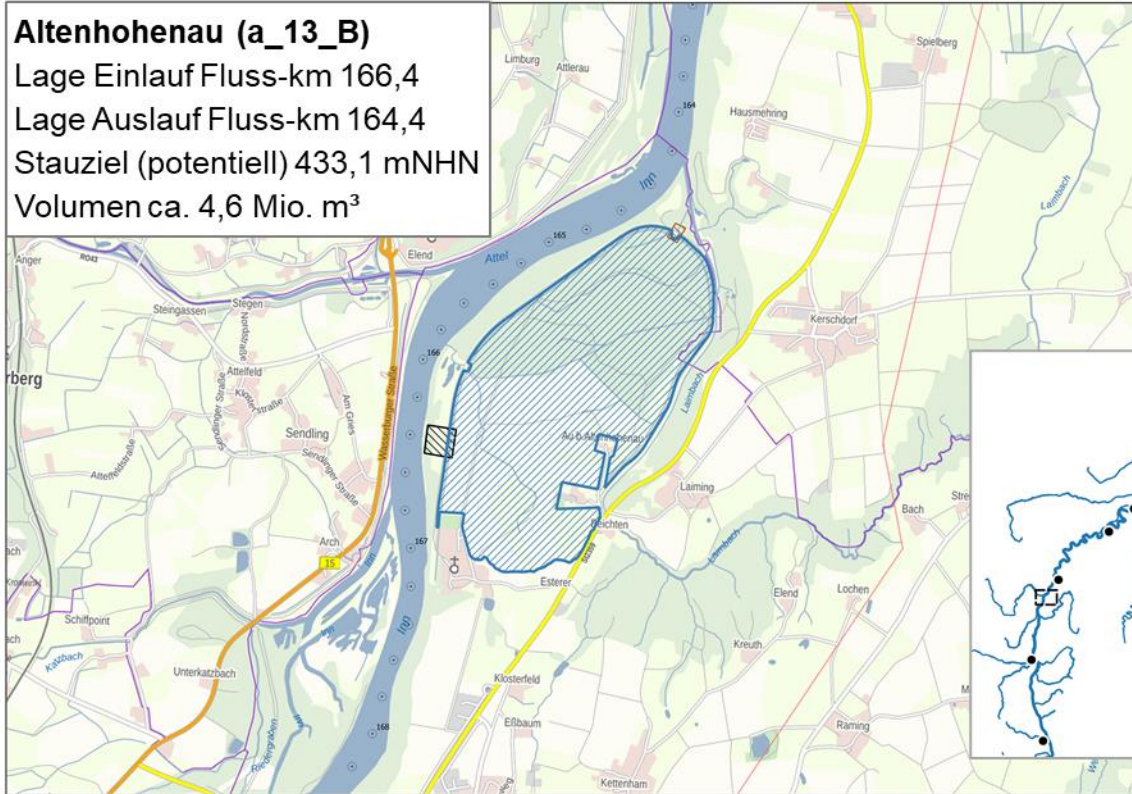
Volumen ca. 17,4 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

Altenhohenau (a_13_B)
Lage Einlauf Fluss-km 166,4
Lage Auslauf Fluss-km 164,4
Stauziel (potentiell) 433,1 mNHN
Volumen ca. 4,6 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

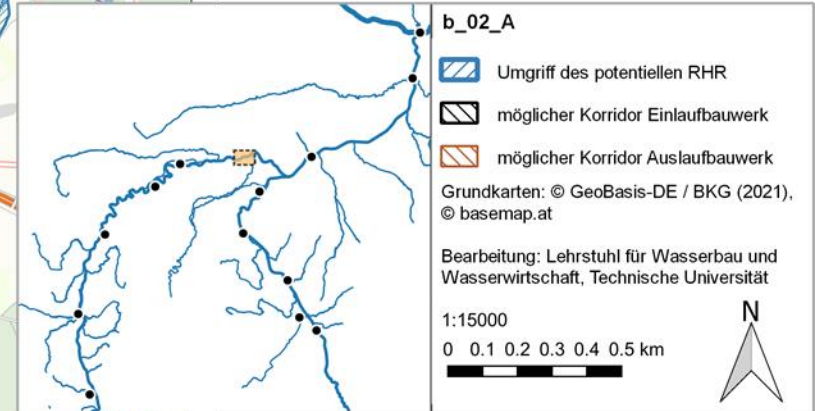
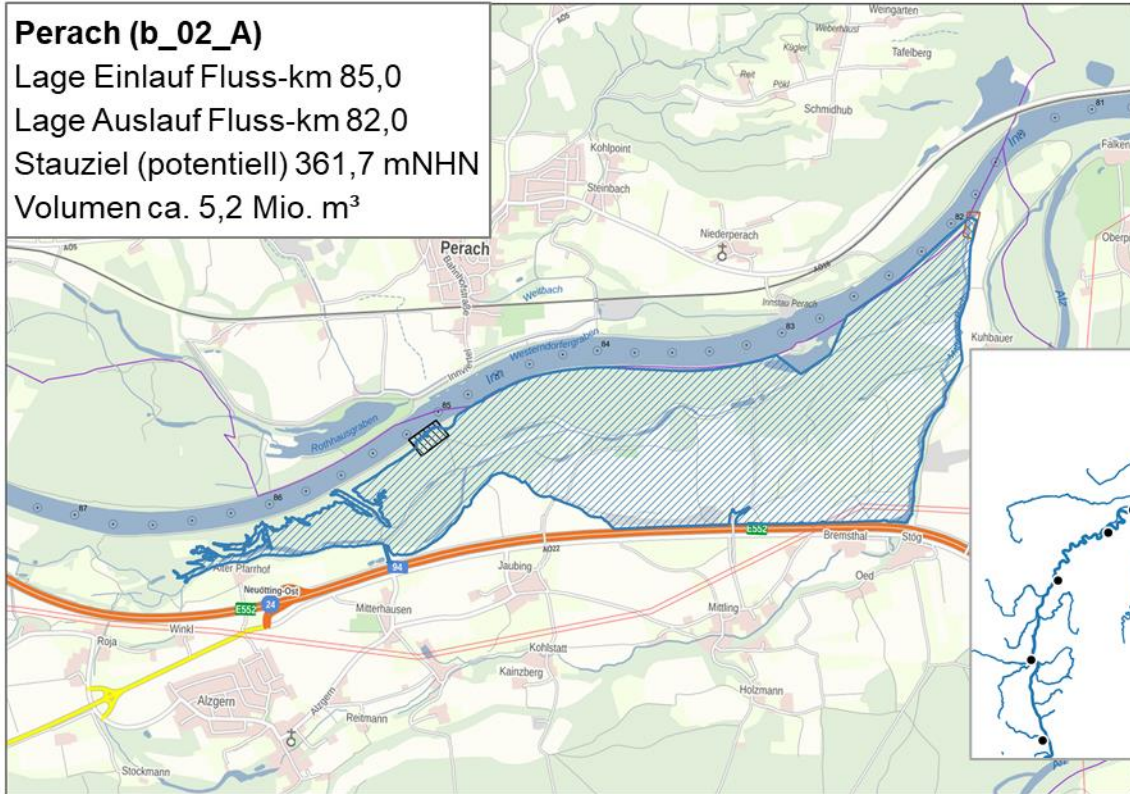
Perach (b_02_A)

Lage Einlauf Fluss-km 85,0

Lage Auslauf Fluss-km 82,0

Stauziel (potentiell) 361,7 mNHN

Volumen ca. 5,2 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

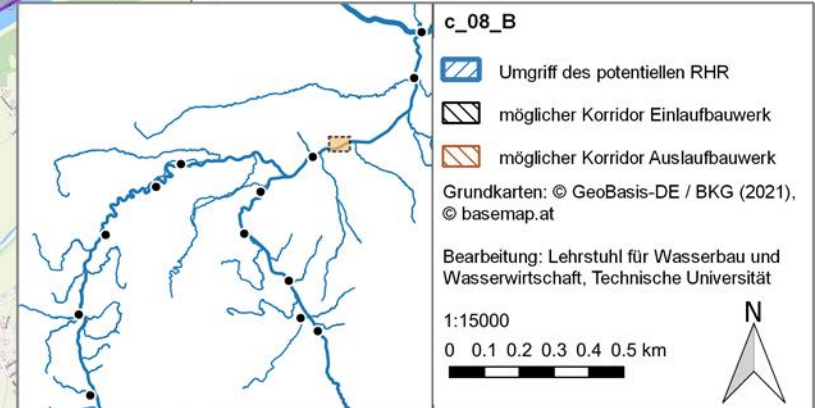
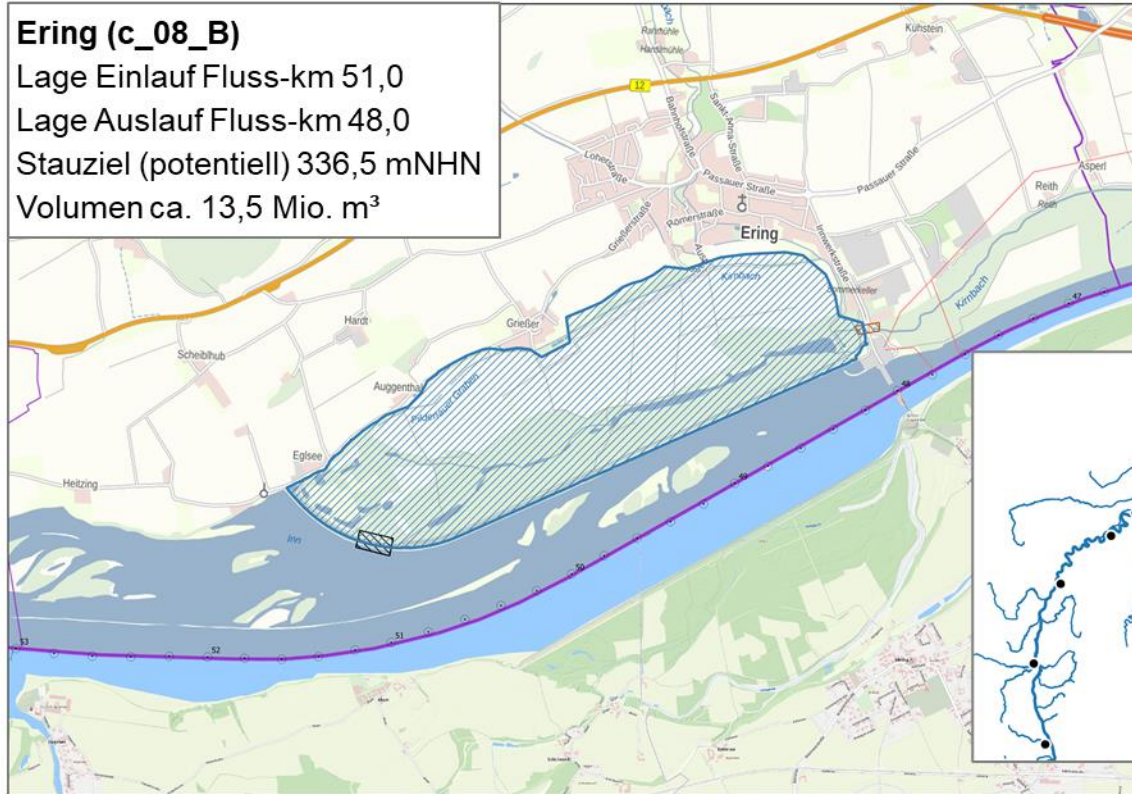
Ering (c_08_B)

Lage Einlauf Fluss-km 51,0

Lage Auslauf Fluss-km 48,0

Stauziel (potentiell) 336,5 mNHN

Volumen ca. 13,5 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

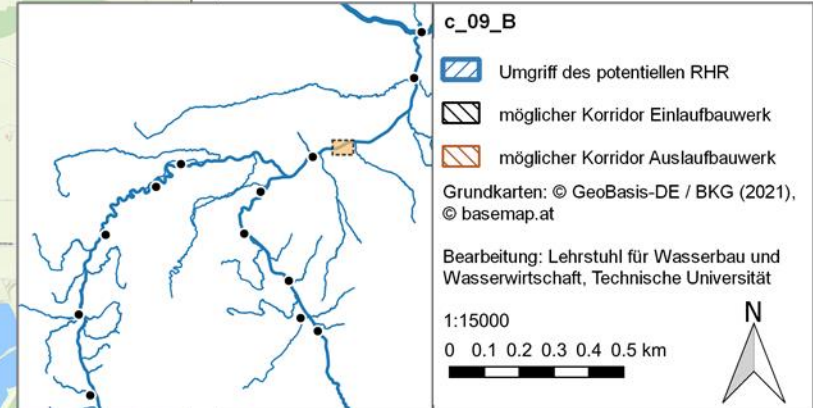
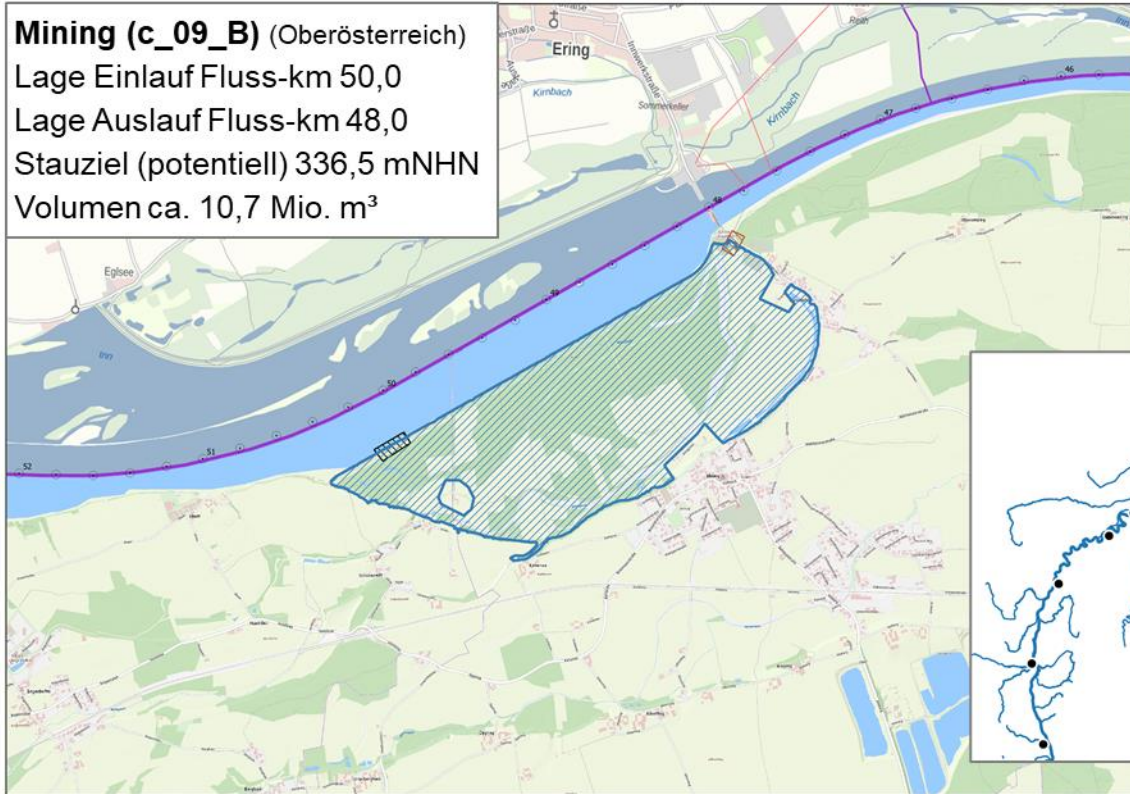
Mining (c_09_B) (Oberösterreich)

Lage Einlauf Fluss-km 50,0

Lage Auslauf Fluss-km 48,0

Stauziel (potentiell) 336,5 mNHN

Volumen ca. 10,7 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

zu: Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

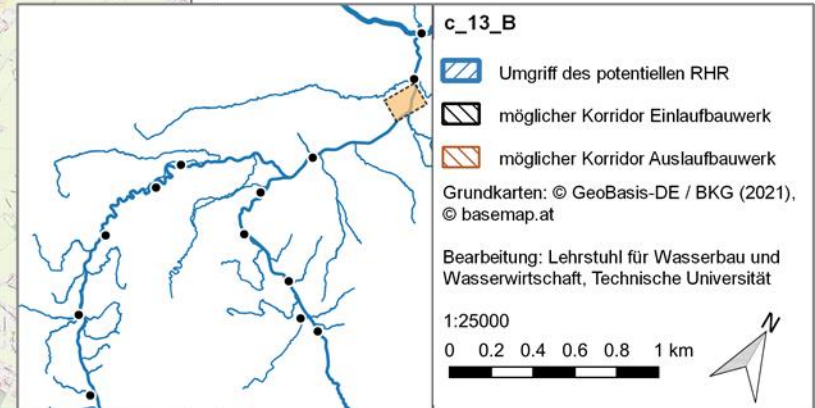
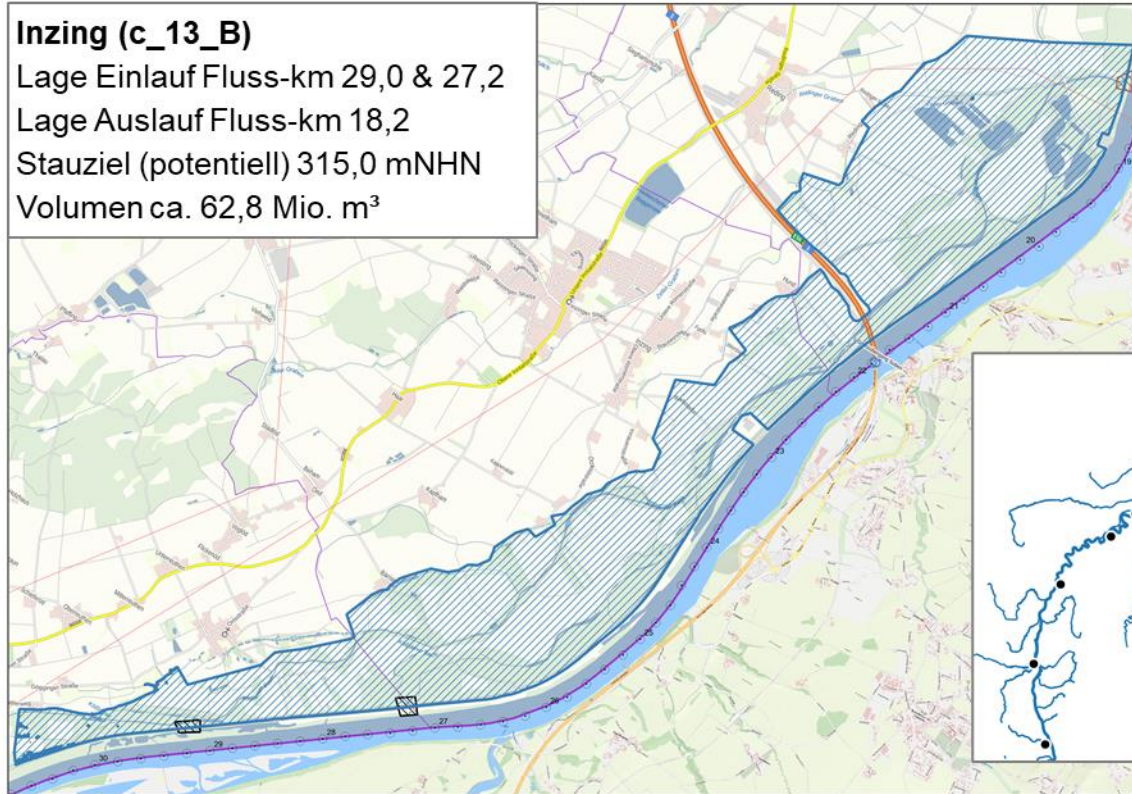
Inzing (c_13_B)

Lage Einlauf Fluss-km 29,0 & 27,2

Lage Auslauf Fluss-km 18,2

Stauziel (potentiell) 315,0 mNHN

Volumen ca. 62,8 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

zu: Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

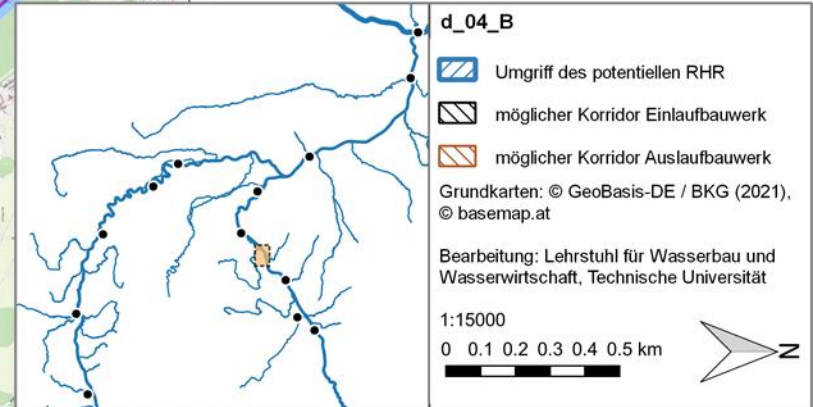
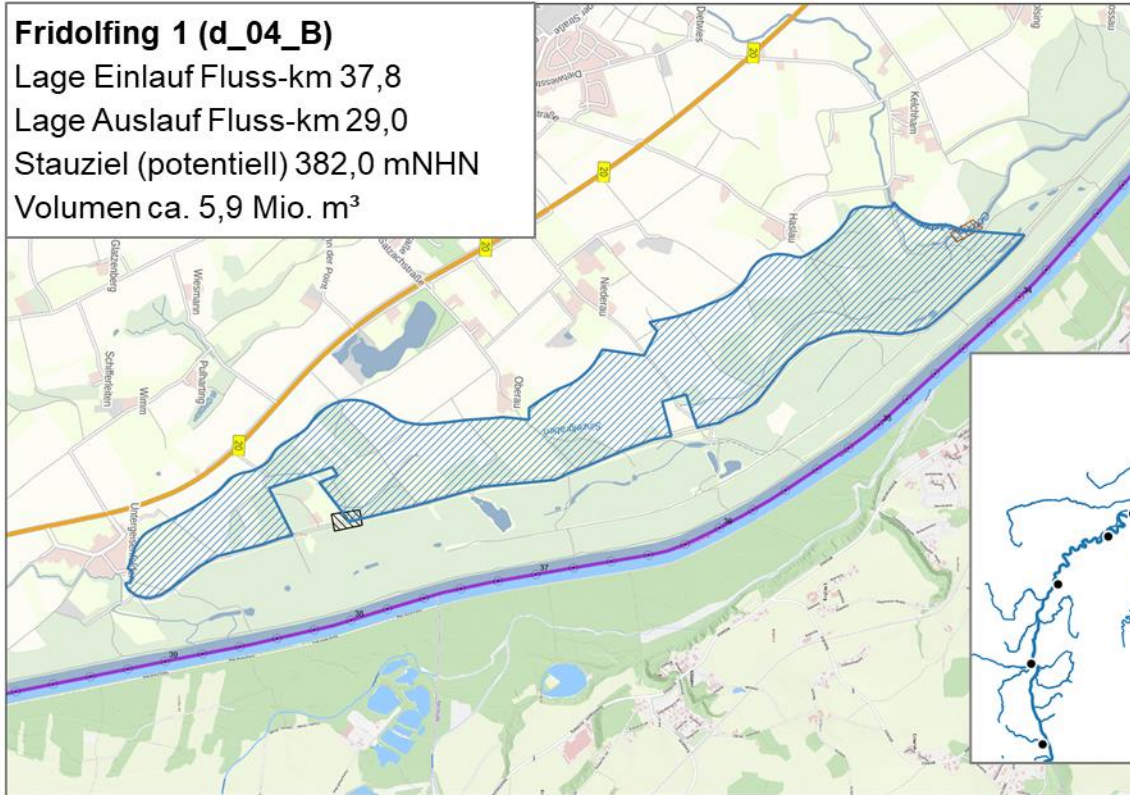
Fridolfing 1 (d_04_B)

Lage Einlauf Fluss-km 37,8

Lage Auslauf Fluss-km 29,0

Stauziel (potentiell) 382,0 mNHN

Volumen ca. 5,9 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

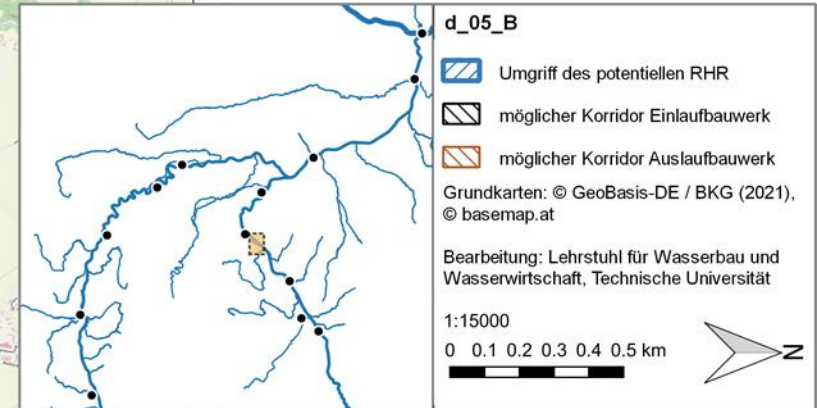
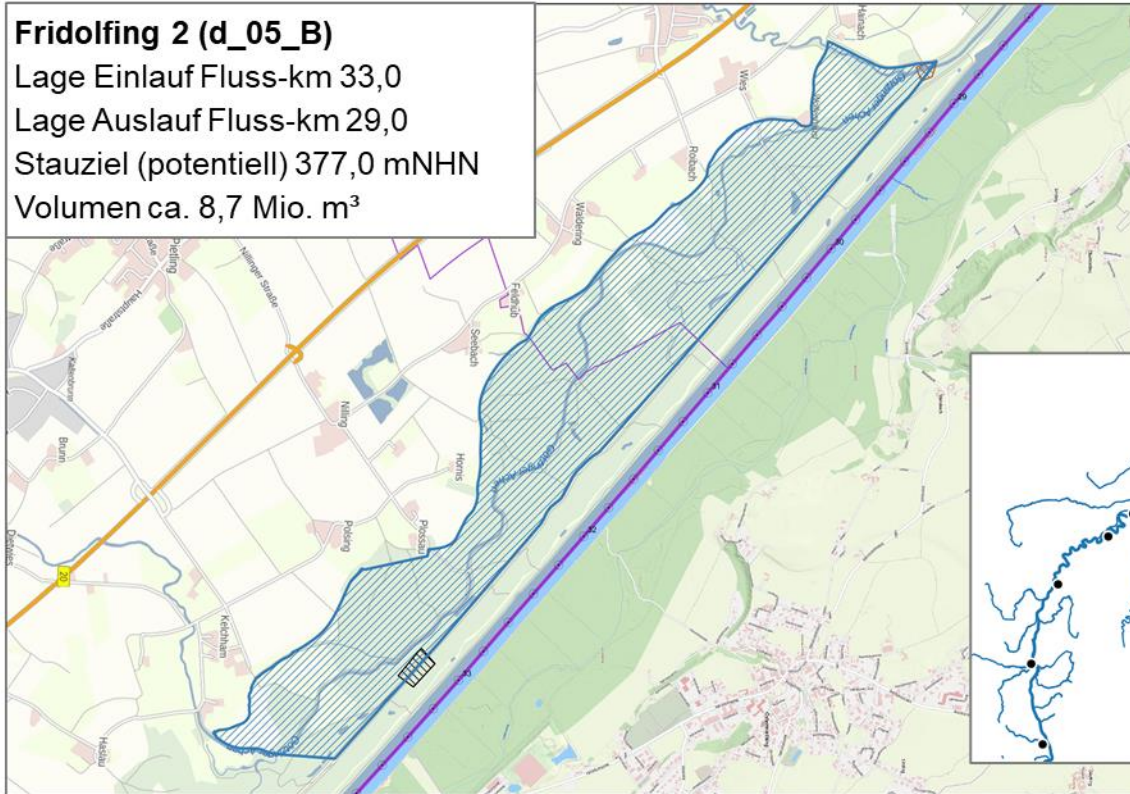
Fridolfing 2 (d_05_B)

Lage Einlauf Fluss-km 33,0

Lage Auslauf Fluss-km 29,0

Stauziel (potentiell) 377,0 mNHN

Volumen ca. 8,7 Mio. m³



zu: III. Ergebnisse

zu: Eckdaten und Lage der potentiellen Standorte

Haiming (d_10_B)

Lage Einlauf Fluss-km 5,0

Lage Auslauf Fluss-km 0,0

Stauziel (potentiell) 352,0 mNHN

Volumen ca. 6,4 Mio. m³

