



Rückblick auf Diskussionsforum 1,2 und 3



**Hochwasserrisiko &
Schutzstrategien
Münchsmünster, 24. Sept. 2015**

**Rückhaltesysteme im Vergleich
Regensburg, 08. Okt. 2015**

**Flutpolder in Theorie und Praxis
Mertingen, 11. Nov. 2015**



Hochwasserrisiko



Historische Hochwasserereignisse

Donauwörth, 1965



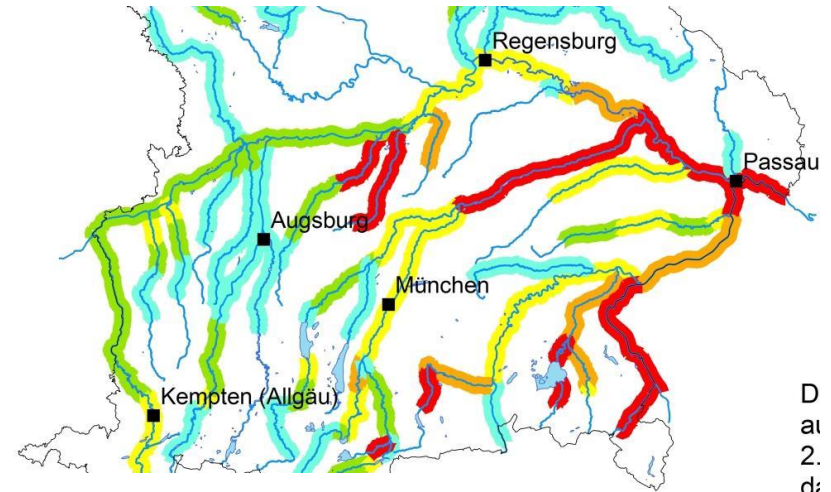
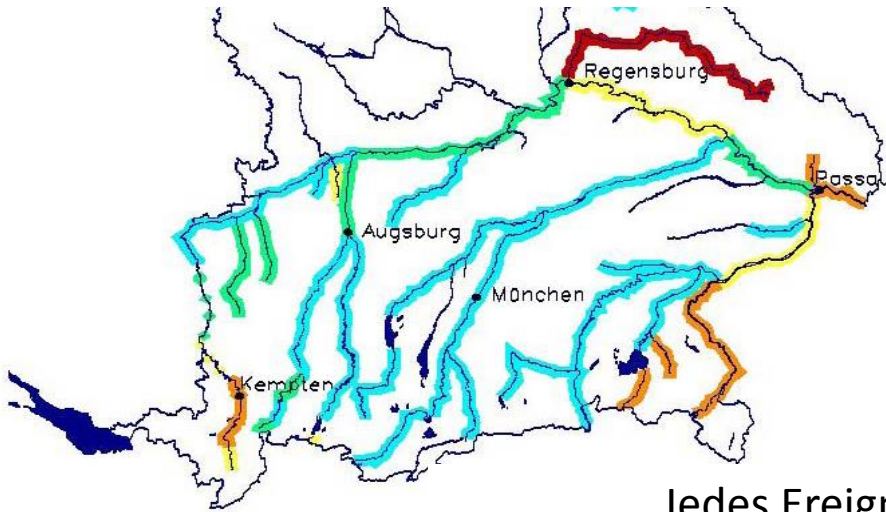
Foto: Stadtarchiv Passau

Foto: WWA Donauwörth

Hochwasserereignisse in den letzten 20 Jahren

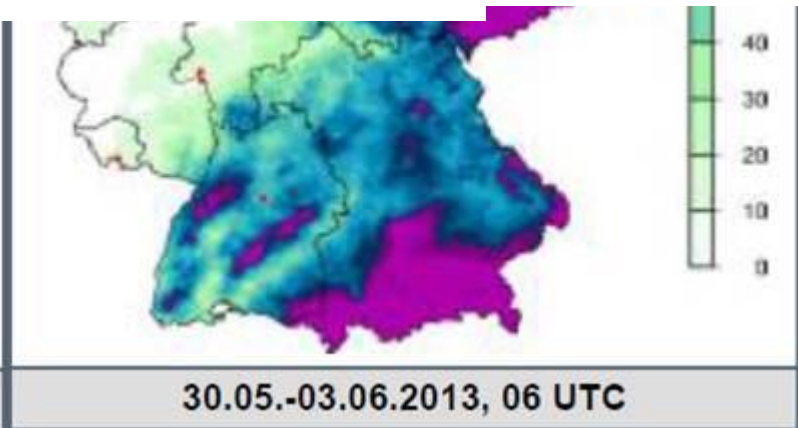
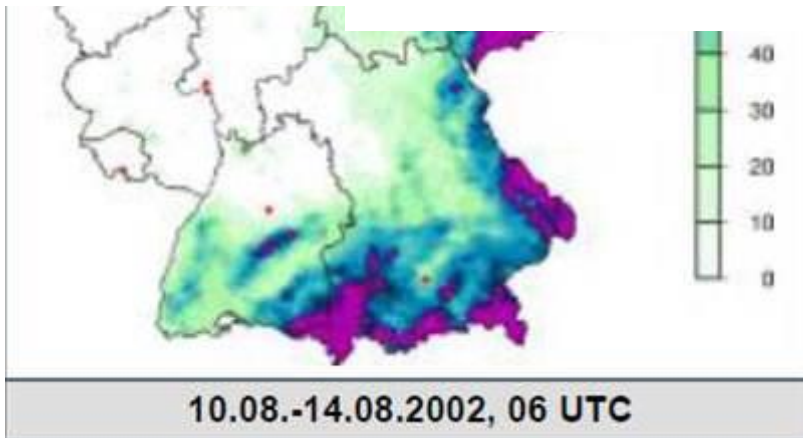


Zusammenhang Niederschlag – Hochwasser



Jedes Ereignis ist anders!

D
a
t
e
r
i
e
l
l
e
n
d
e
r
e
i
g
n
i
s

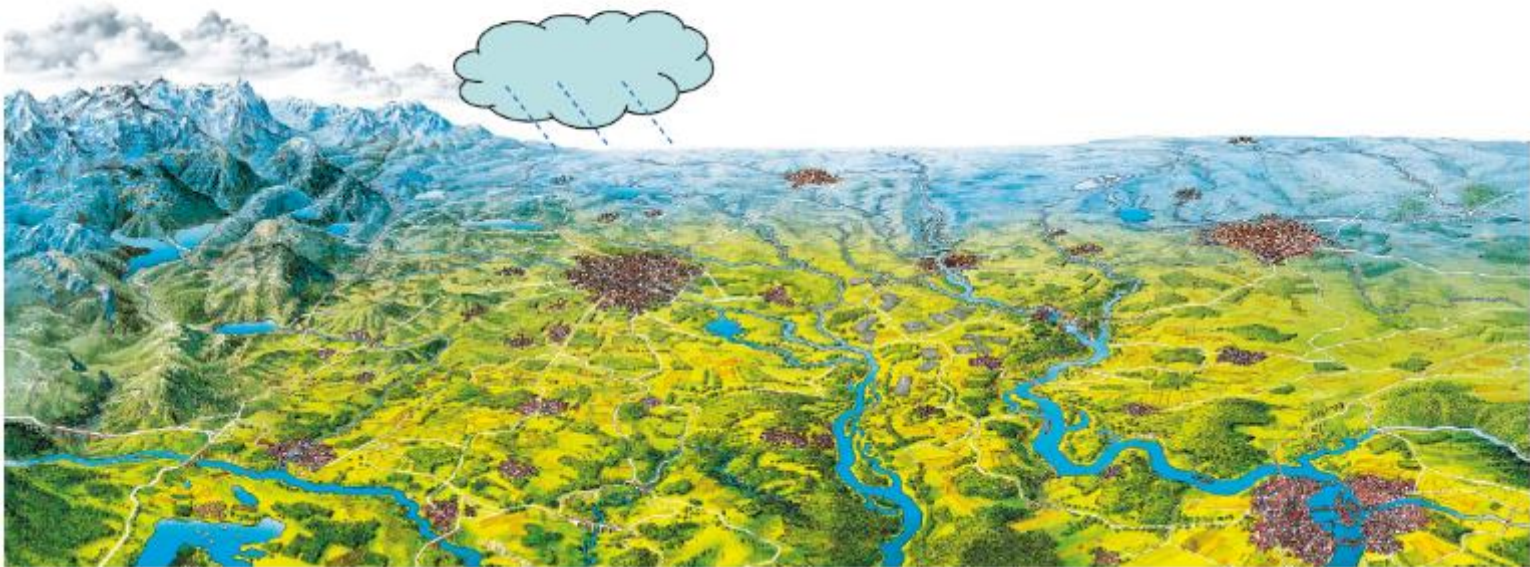


Vergleich Hochwasser 2002 – 2013

(Quelle: CEDIM-Bericht Junihochwasser 2013 Mitteleuropa),
Niederschlagsdaten: Deutscher Wetterdienst)

Lokale Hochwassereignisse

- Lokale starke Gewitterregen
 - ▶ Verursachen kein Hochwasser an der Donau
 - ▶ Einfluss Flächenversiegelung bzw. Vorsättigung der Böden in der Regel vorhanden



Großräumige, lang anhaltende Regenereignisse

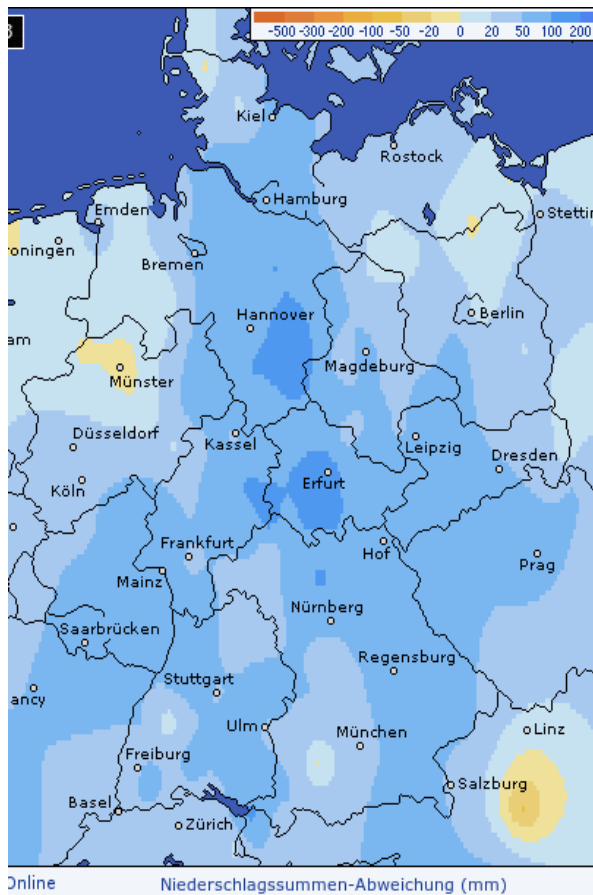
- Großräumige, lang anhaltende Regenereignisse (mehrere Tage)
 - ▶ Verursachen Hochwasser auch an großen Flüssen (z.B. Donau)
 - ▶ Flächenversiegelung spielt in der Regel keine Rolle, da auch nicht versiegelte Böden mit der Zeit wassergesättigt sind



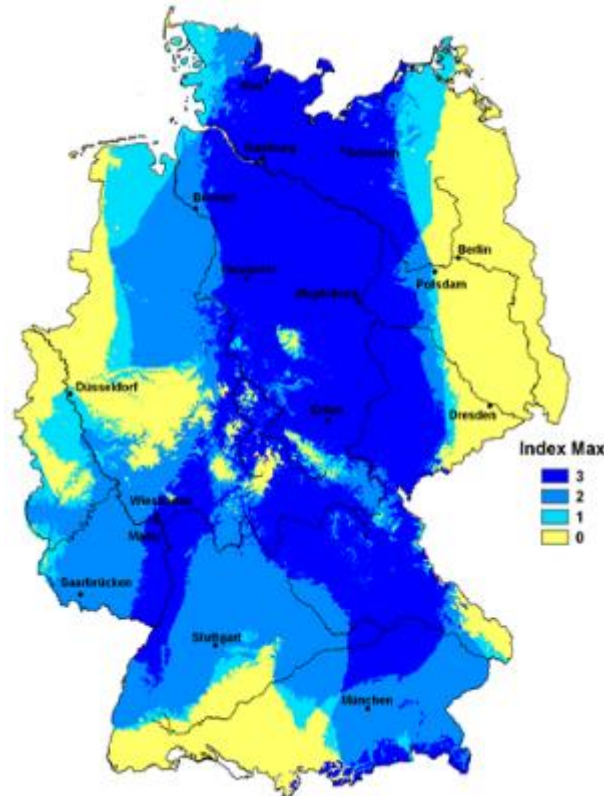
Hochwasser 2013

Vorbedingungen und Auslöser

Niederschlagsanomalien im Mai

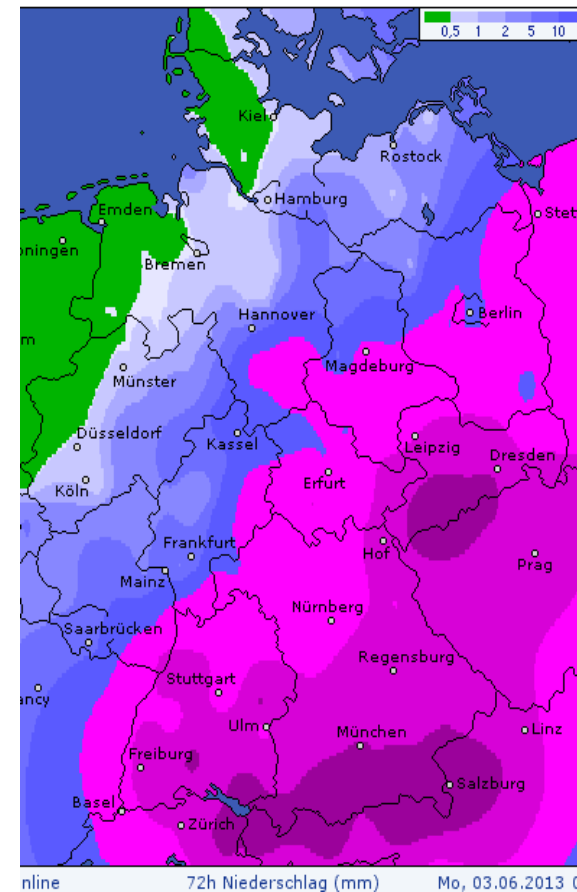


Bodenfeuchte am 26.5.



- 0 – kein Maximum überschritten
- 1 – der dritthöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten
- 2 – der zweithöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten
- 3 – der höchste Bodenfeuchtwert wird überschritten – neues absolutes Maximum

Niederschlag 31.5.-3.6.



Hochwasser in Deutschland Juni 2013

Eine typische (reine) Flussüberschwemmung

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdilog 24.09.2015



bei Überschwemmungen gibt es immer sofort pauschale und Vorschläge für

Schuldzuweisungen

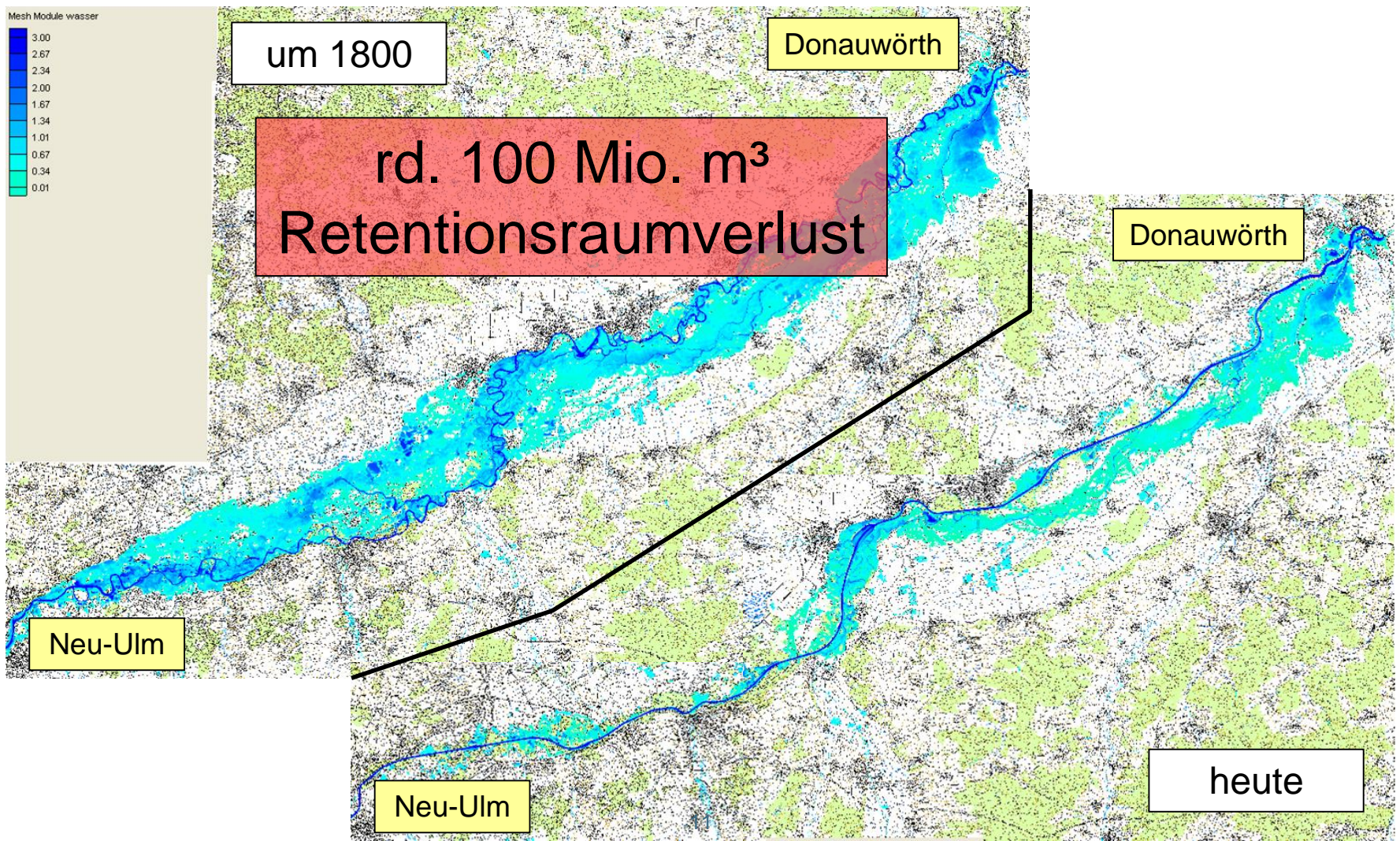
- Versiegelung
- Begradigung
- Kanalisierung
- Eindeichung
- Bodenverdichtung
- Waldsterben
- Klimaänderung
- etc.

Abhilfemaßnahmen

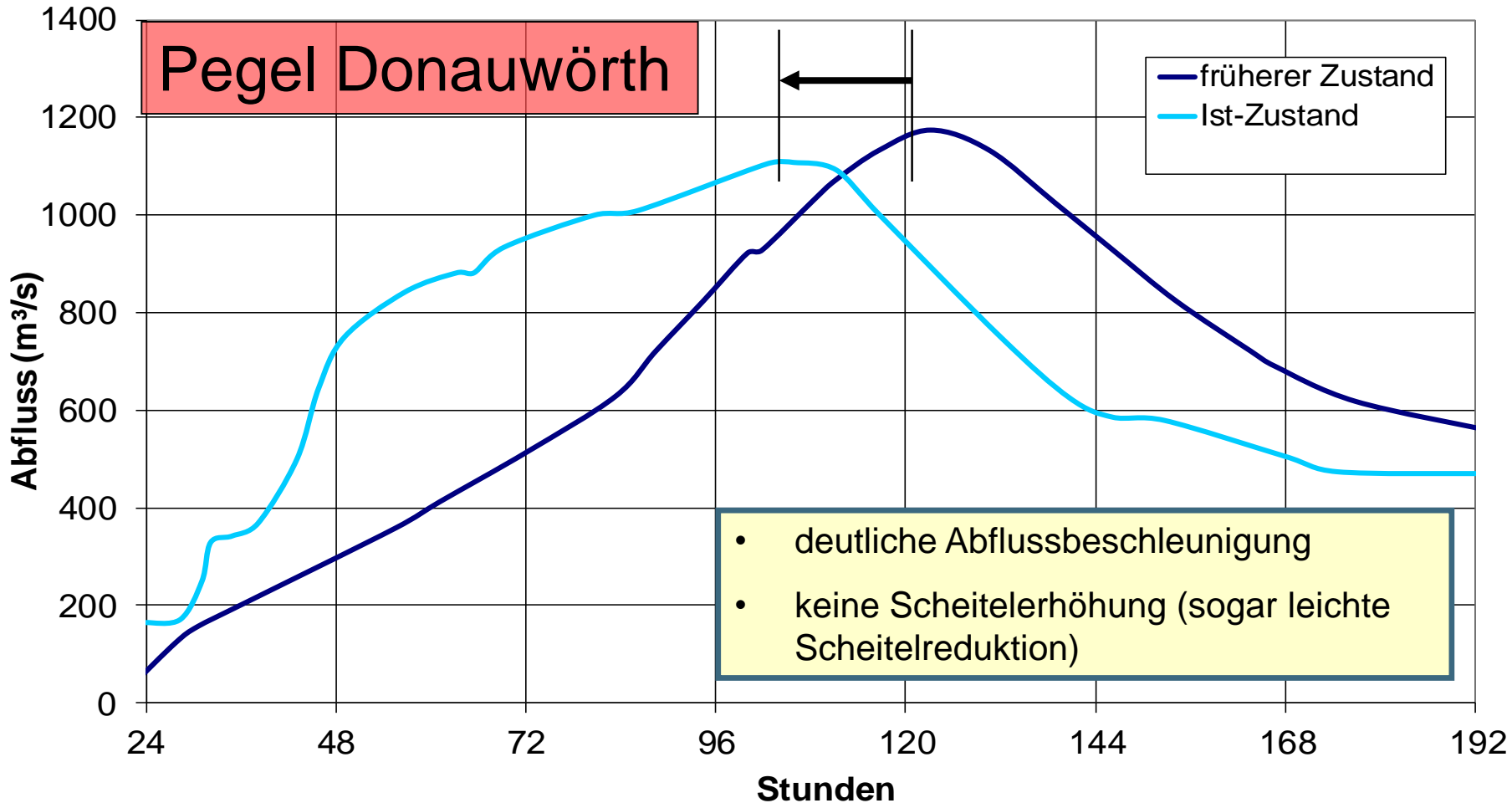
- „Breitwasser statt
Hochwasser“
- Renaturierung
- Deiche zurückverlegen
- dezentraler Rückhalt
- Dachwasser versickern
- etc.

**wenn pauschal
verwendet → falsch**

Einfluss der Flussregulierung (Verlust von Retentionsräumen)



Einfluss der Flussregulierung (Verlust von Retentionsräumen)



Mit der Sicherheit steigt auch der Schaden

Phase 1: Ein Gebäude wurde von unseren Vorfahren in der Aue errichtet. Aus Respekt vor dem Fluss wählten sie einen Bauplatz, der von einem fünfzig-jährlichen Hochwasser (HQ 50) nicht erreicht wird.



Phase 2: Ein einhundertjährliches Hochwasser (HQ 100) tritt ein. Das Gebäude wird überschwemmt. Die Einwohner bitten den Staat, sie zu schützen.



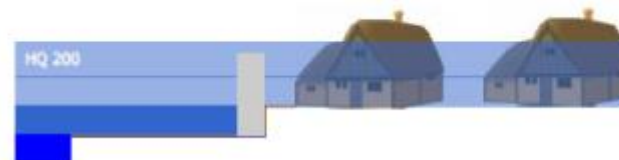
Phase 3: Der Staat hilft. Er baut eine Hochwasser-schutzanlage, die für ein einhundertjährliches Hochwasser bemessen wird.



Phase 4: Das nächste einhundertjährige Hochwasser tritt ein. Das Gebäude bleibt trocken. Die Menschen fühlen sich sicher und bauen ein zweites Gebäude in der Aue.



Phase 5: Ein zweihundertjährliches Hochwasser (HQ 200) ereignet sich. Die Schutzanlage wird überströmt. Nun stehen zwei Gebäude im Wasser.



Fluss-Überschwemmungen in Bayern seit 1990

Quelle: Summenergänzung auf Vortrag Kron,
Diskussionsforum Hochwasserdiallog 24.09.2015

Jahr	betroffene Region	Gesamt- schaden (nur in Bayern) [mio €]	versicherter Schaden [mio €]
Schäden seit 1990 in Bayern:			
2,302 Mrd. Euro			
1999	Donau, Alpen und südliches Donaugebiet	340	70
2002	westliches Bayern	100	50
2002	Donau und nördliches Donaugebiet	197	
2005	Donau, Alpen und südliches Donaugebiet	175	45
2007	Mittelfranken (Baierdorf)	90	
2013	Donau und südliches Donaugebiet	1400	281

Klimawandel

- Abfluss-Prognosen/Auswertungen:
 - ▶ Keine Veränderungen / eher Abnahmen der Hochwasserabflüsse im Sommer
 - ▶ Mehrheitlich Zunahmen der Hochwasserabflüsse im Herbst & Winter
 - ▶ **KEINE klare Aussage zu Extremhochwässern!**
 - ▶ 15 % Zuschlag „Klimafaktor“ im Schutzwasserbau



Schutzstrategien (1. Forum) und Rückhaltesysteme im Vergleich (2. Forum)



Raumordnung als Aufgabe der Gemeinden

- Überschwemmungsgebiete:
HQ-100 als harte regulative Trennlinie!
- „Hochwasserdemenz“ hinter den Deichen
- Restrisiko = das RISIKO
 - ▶ Wenn alles auf HQ-100 ausgebaut ist...
 - ▶ ... ist das Risiko ein extremes Hochwasser > HQ-100
- Gemeinden in Bayern dürfen/müssen selbst entscheiden, wo gebaut wird.
- **„Entscheiden Sie weise!“**

Deiche und Mauern: 1320 km in Bayern



Hochwasserrückhaltebecken

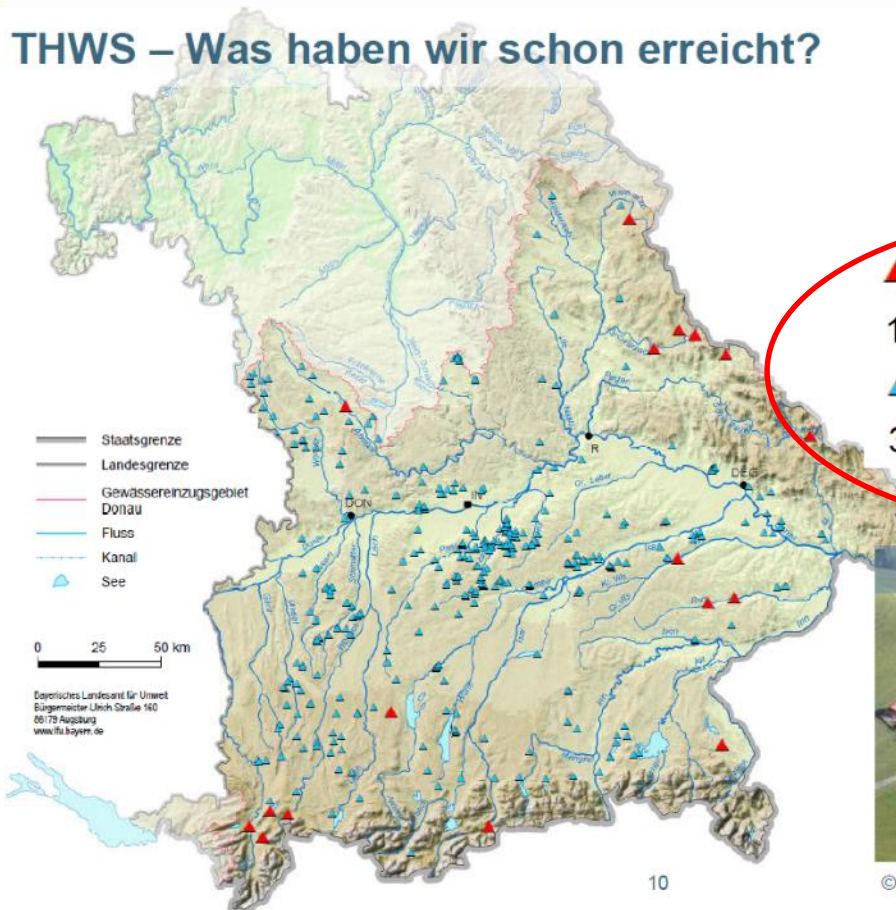
Hochwasserschutz - AP 2020plus



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



THWS – Was haben wir schon erreicht?

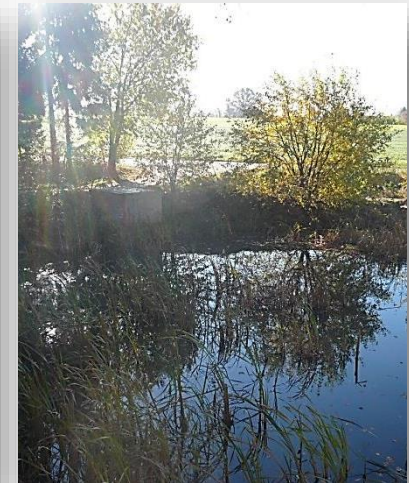


- ▲ Staatliche Wasserspeicher
17 -> 140 Mio m³ RH-Raum
- ▲ Hochwasserrückhaltebecken
383 -> 25 Mio m³ Stauraum



© LfU / Referat 61 / Dr.-Ing. Rimböck / 24.09.2015

Arten dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen



Landwirtschaft



Konservierende
Bodenbearbeitung
Rückbau von
Dränmaßnahmen
Renat. v. Mooren

Forstwirtschaft



Aufforstung
Ökologischer
Waldumbau

Renaturierung



Fließweg-
verlängerung
Auwald-
aufforstung

Kleinrückhalte



Geländemulden
Feldabfluss-
speicher
Ungesteuerte
Becken

Landnutzungsänderungen
(flächenhaft)

Maßnahmen am Gewässer
(linienförmig und punktuell)

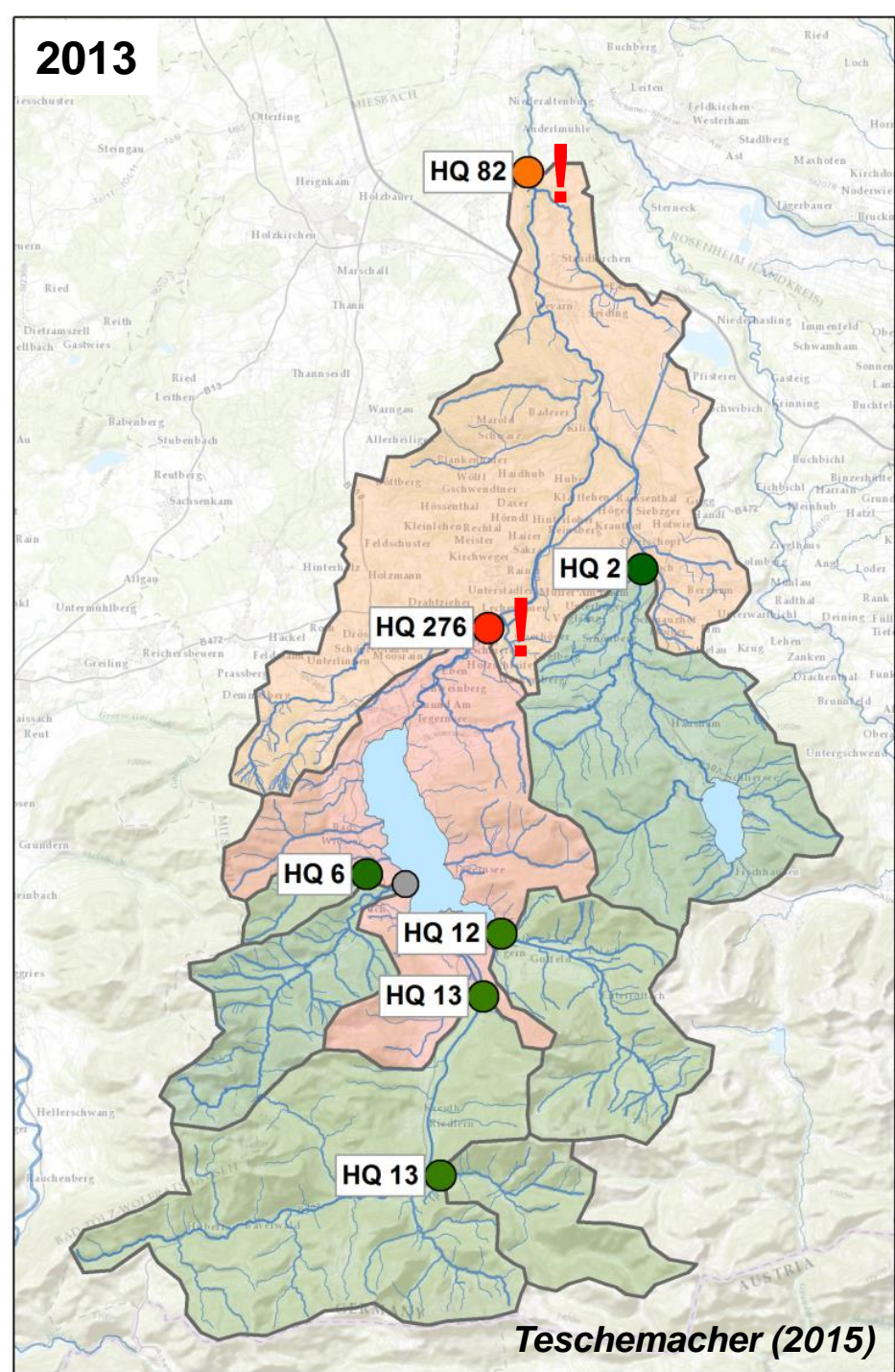
Kleine Rückhalte

Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015



Regionale und überregionale Wirkung

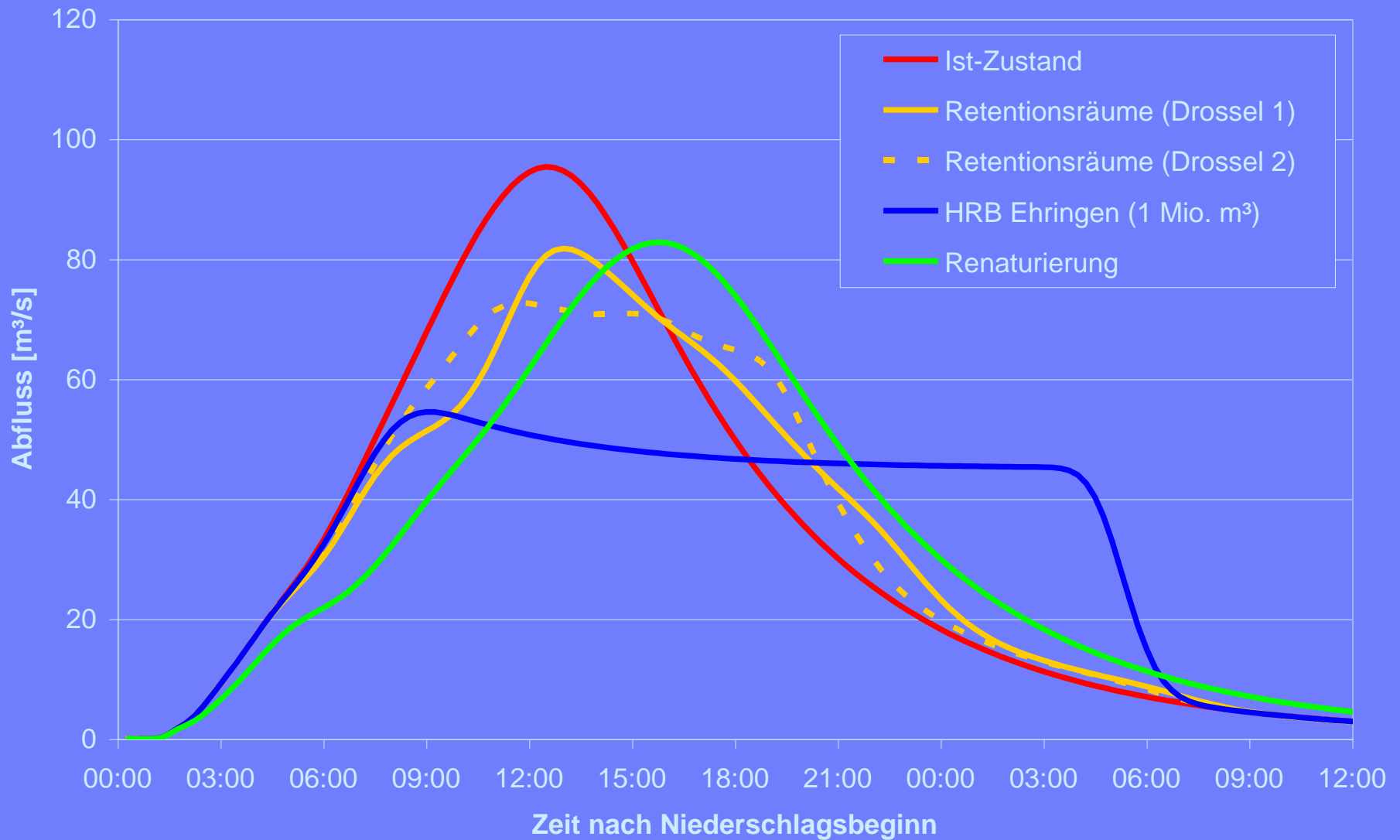
Beispiel Mangfall
(Pegel Valley, 387 km²)



Welle HQ₁₀₀ bei 150 km²

Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdiallog 08.10.2015

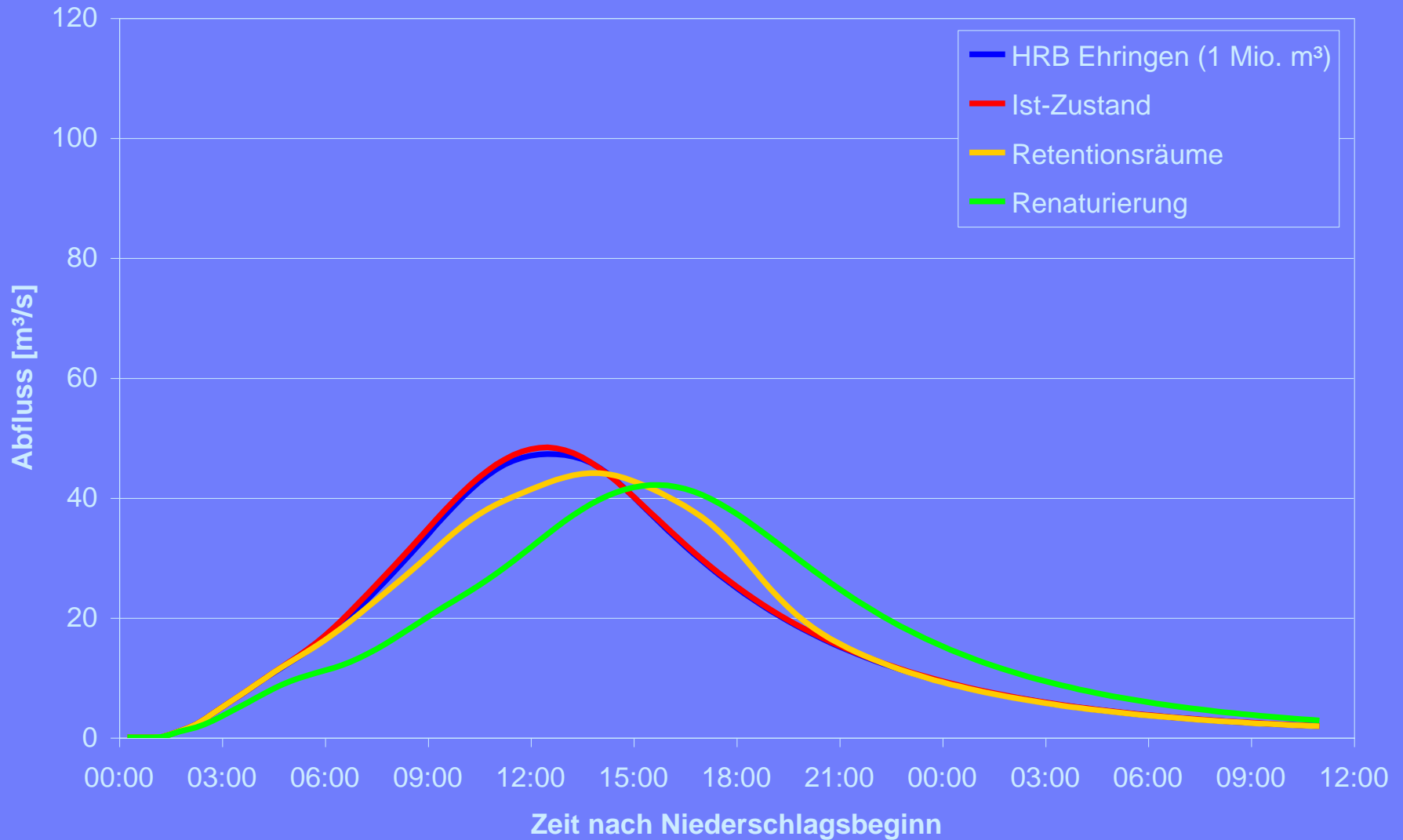
Einzugsgebiet: Erpe/Nordhessen



Welle HQ₁₀ 150 km²

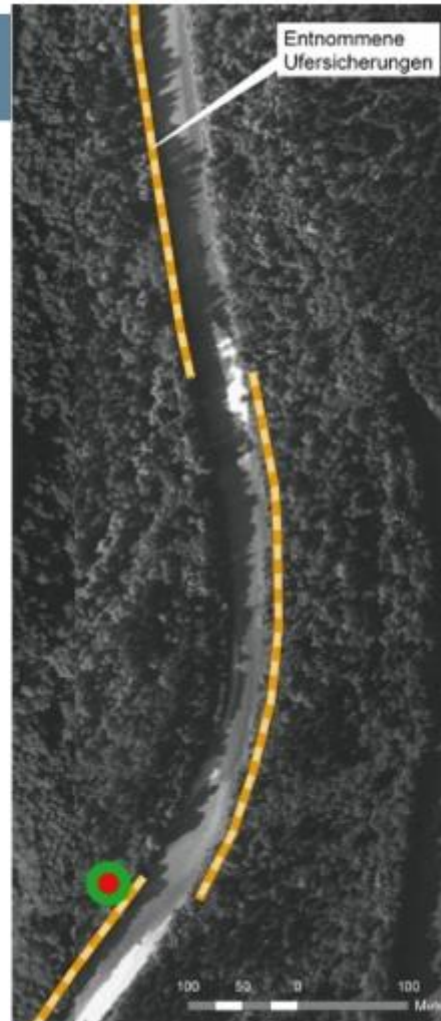
Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015

Einzugsgebiet: Erpe/Nordhessen



Natürlicher Rückhalt: > 1500 (2001-2014)

**BEISPIEL:
Renaturierung Isar**

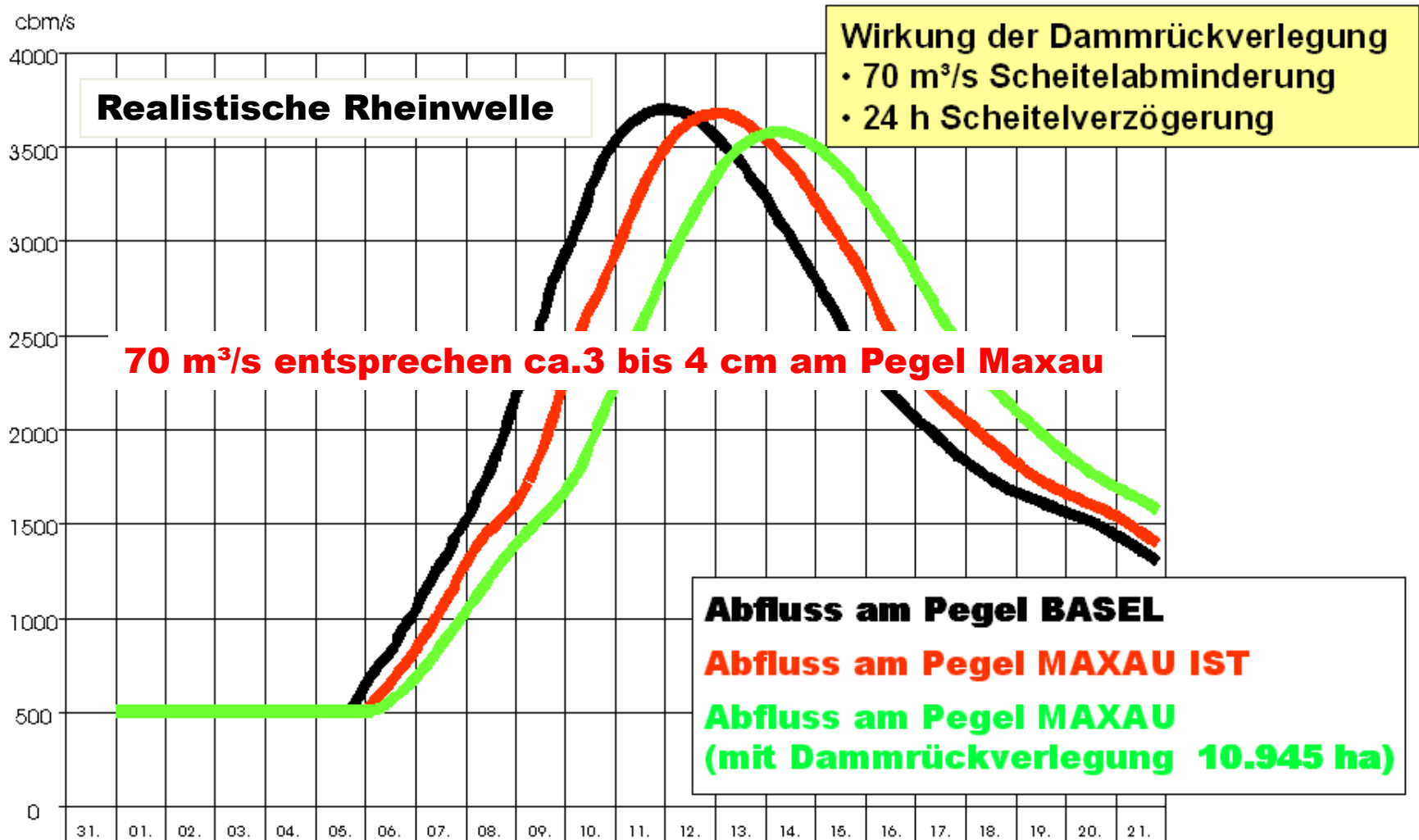


Vergleichsberechnung: HW-Welle

Quelle: Vortrag Meuser, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 11.11.2015

ca. 4,5 Tage über 3000 m³/s

Quelle: Homagk, LfU Karlsruhe, 2005



Deichrückverlegung bei Lenzen: Elbe-km 477 - 484



BAW Heft 97,
Titel



BAW Heft 97, S.
113

Staufstufenbewirtschaftung

Steuerung wasserwirtschaftlicher Systeme

Talsperren



Staufstufenketten



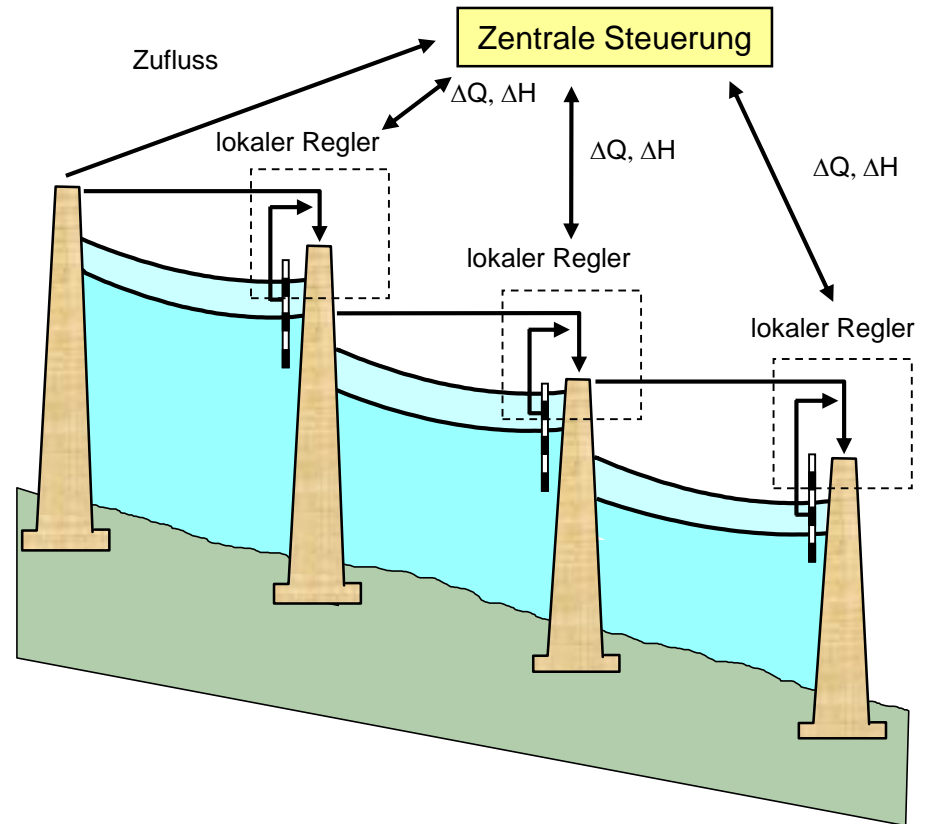
Bewässerungskanäle



Wasserhaushaltsregelung

Übergeordnete Steuerung

- Lokale Regler (z. B. OW/Q-Regelung) mit übergeordneter Steuerung (Kordinator, Prädiktive Regelung)
- zweistufige Hierarchie (Redundanz)
- z. B. Berücksichtigung von Energieoptimierung, Pumpspeicherbewirtschaftung
- z. B. Vorhersage des Abflusses und Abgleich mit Messwerten



Zusammenfassung Optimierungspotential

- Optimierungspotential abhängig von Flusssystem und Restriktionen
- Stauhaltungen ohne Potential
- Stauhaltungen mit geringem Potential
 - **Abflussreduzierung von wenigen Prozenten, geringe Zeitverschiebung**
 - **Potential bei geringeren Abflüssen, z.B. HQ_{30} , höher als bei höheren Abflüssen**
 - **Form der Hochwasserwelle entscheidend**
 - **spitzer Wellenscheitel: Kappung eher möglich**
 - **breiter Wellenscheitel: Kappung kaum möglich**
 - **Verfügbarkeit der Anlage berücksichtigen, (n-1)-Fall**
 - Stauraummanagement an Flüssen ohne Schifffahrt effektiver nutzbar
 - Flusssystem (Nebenflüsse) betrachten

Fazit: Staustufenmanagement nicht als Alternative, sondern additiv zu Überflutungsflächen sehen

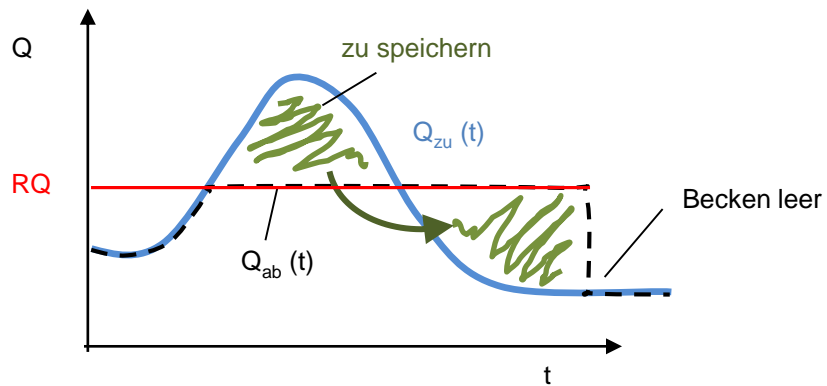
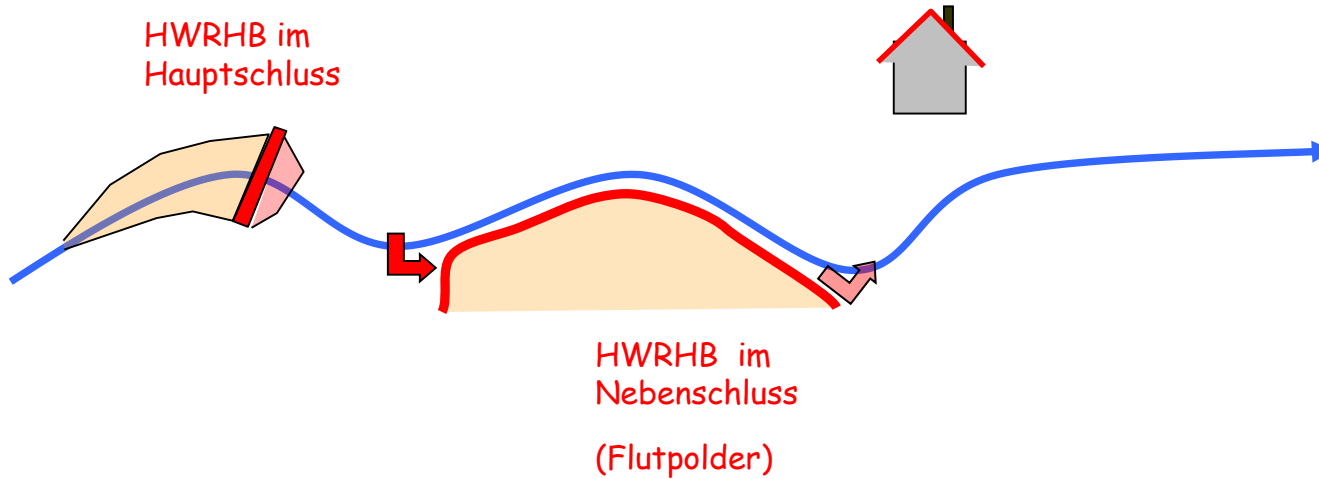
Das Problem: Extrem-Hochwässer: Oberwasser fast gleich Unterwasser

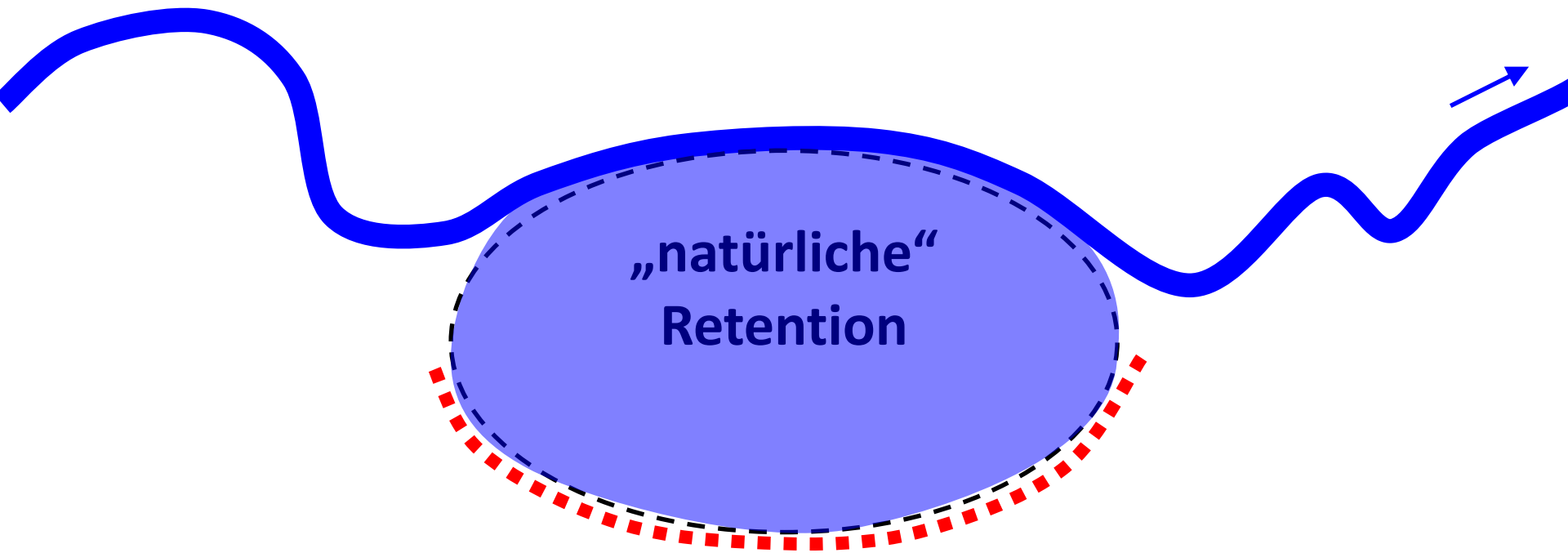


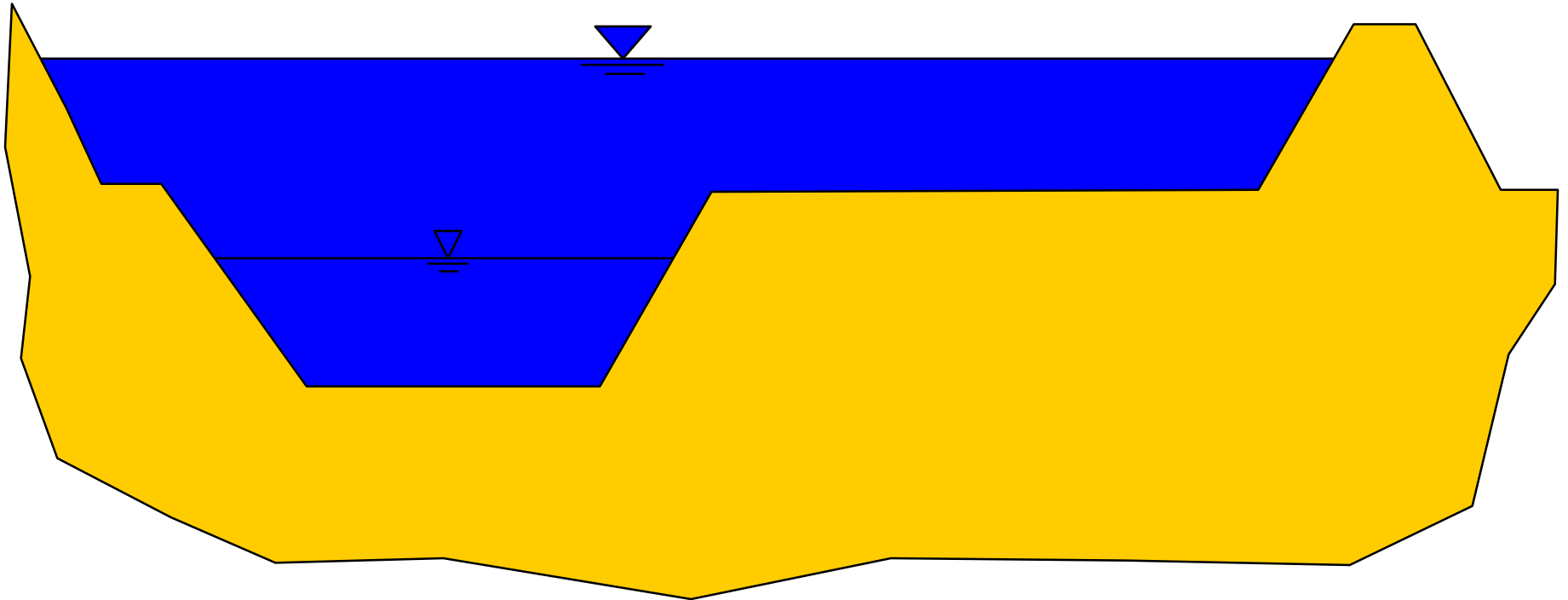
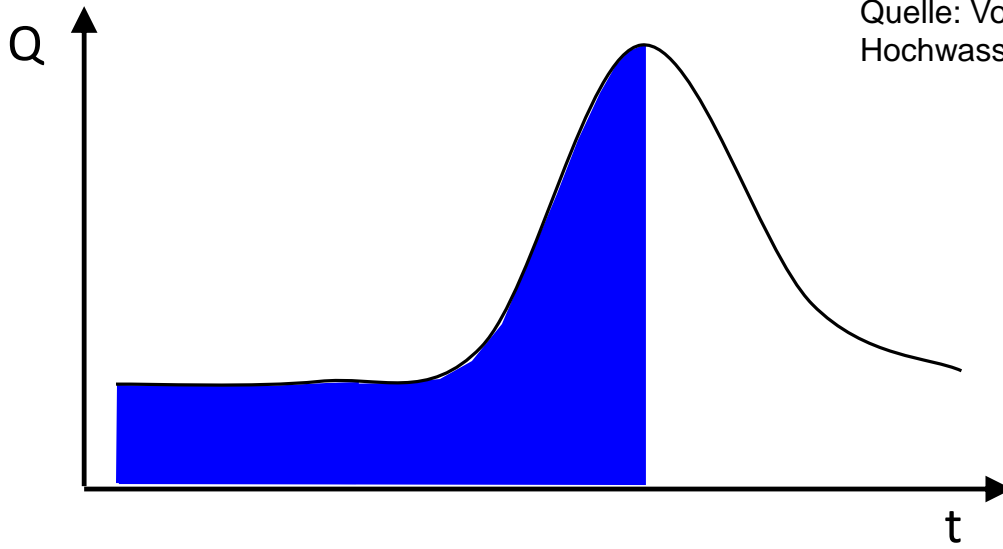
Quelle: Verbund, <http://www.verbund.com/pp/de/gewaesser/donau-hochwasser-2013>

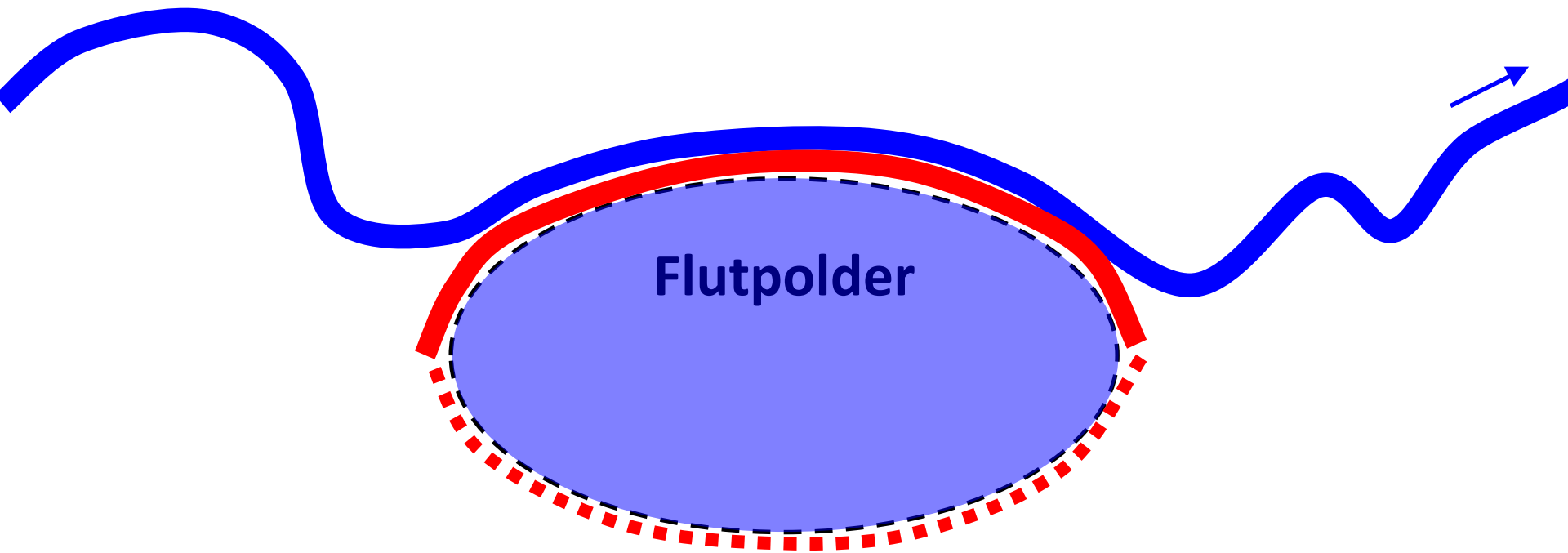
Rückhalt - Polder

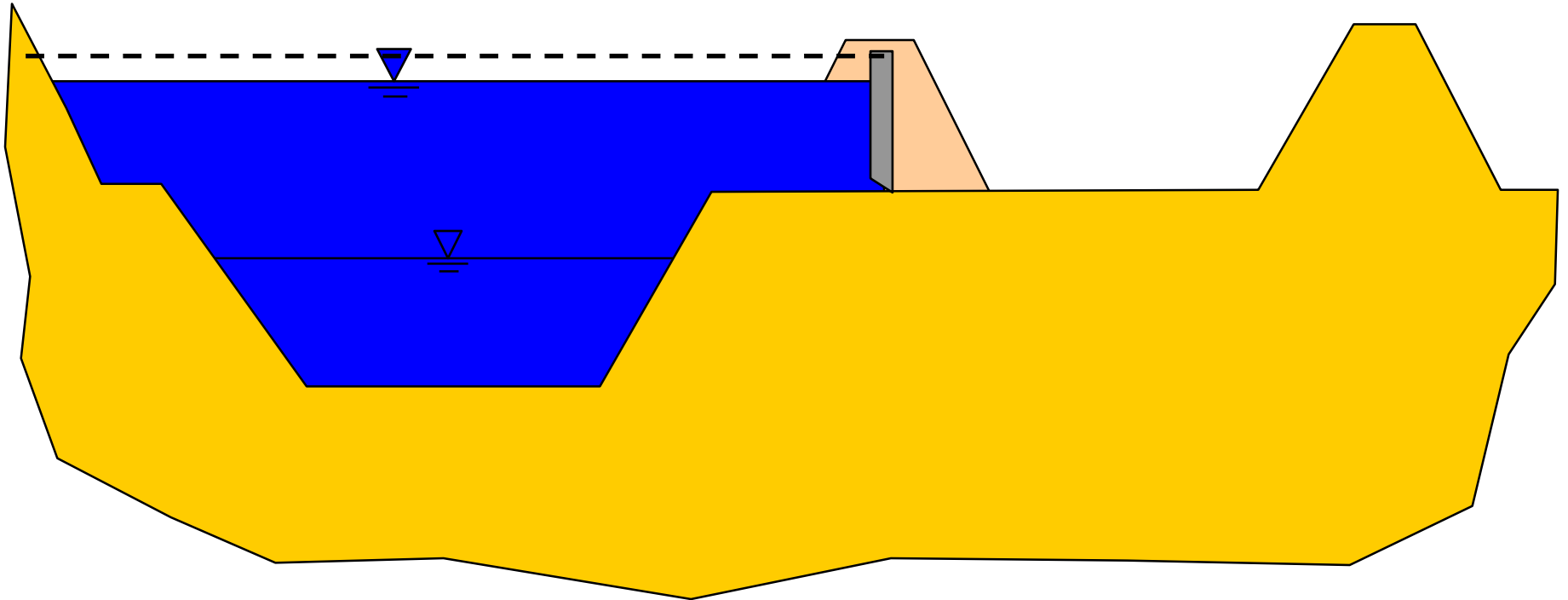
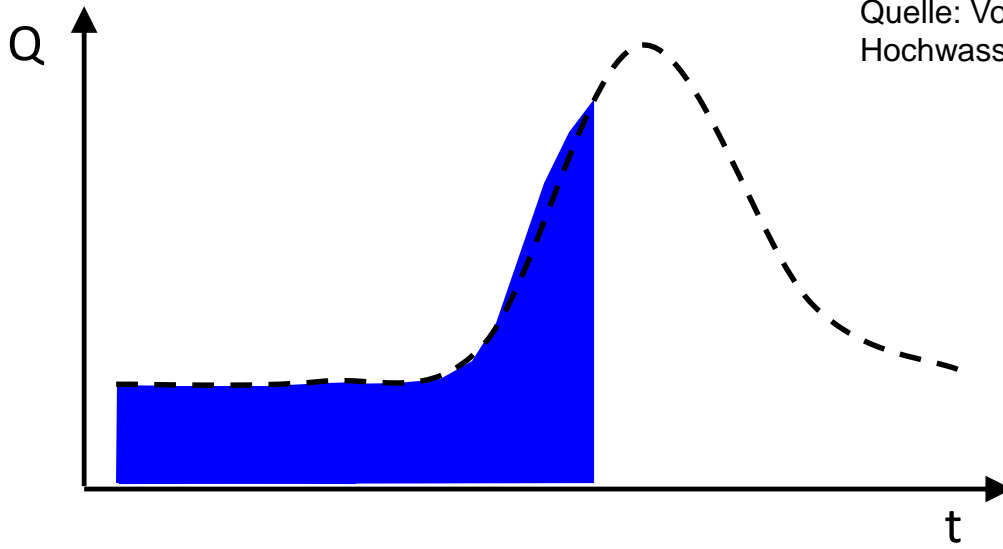
Rückhalt im Hauptschluss

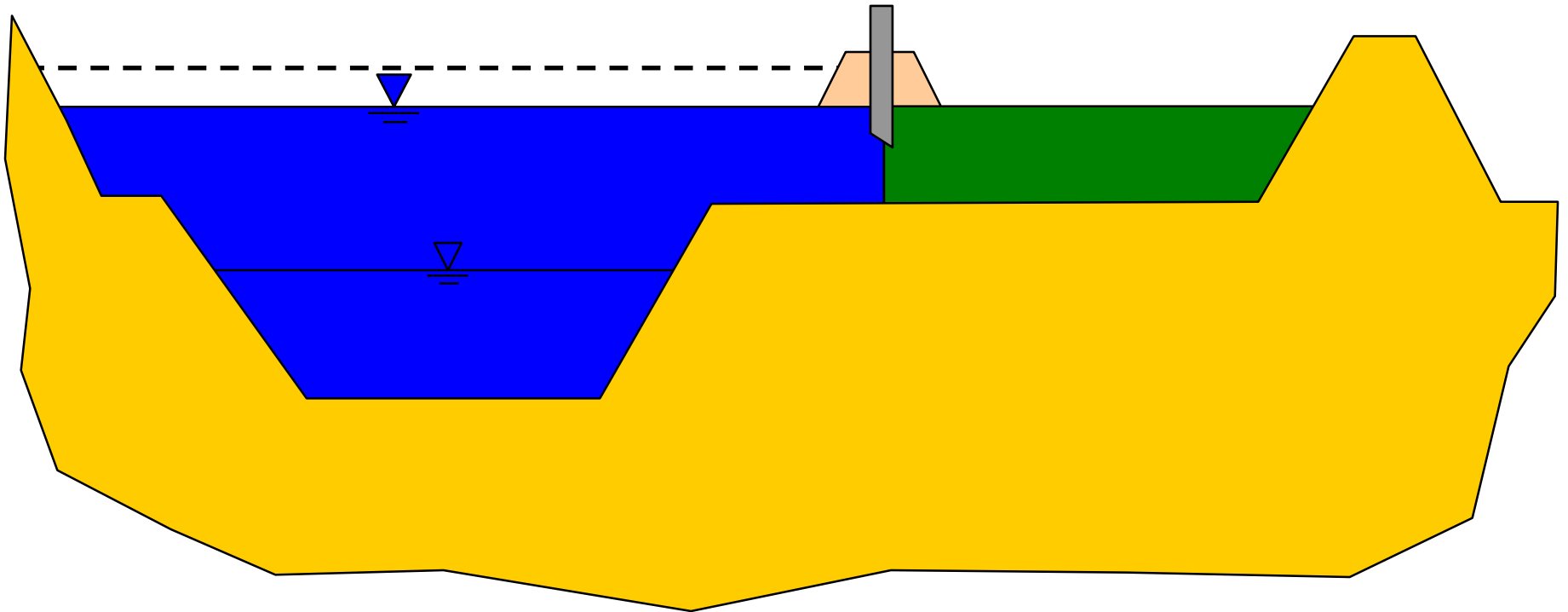
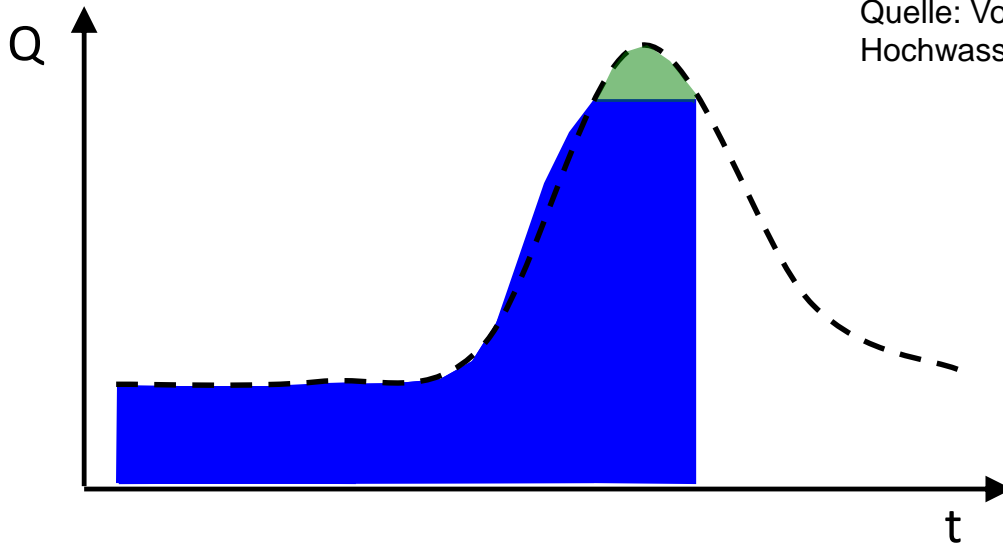


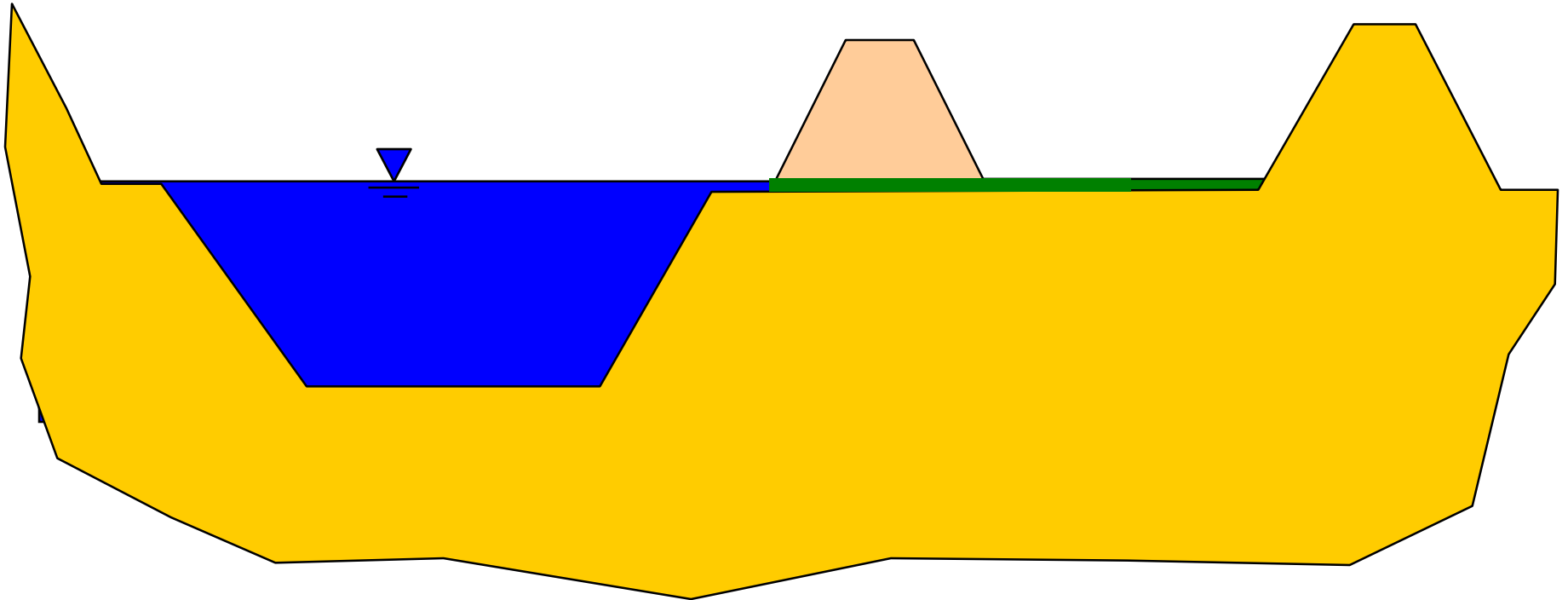
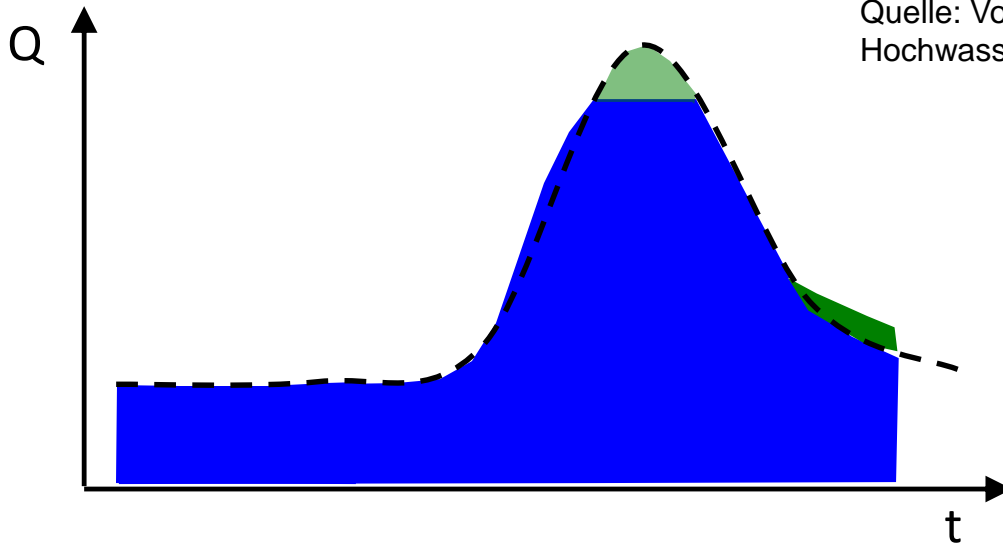












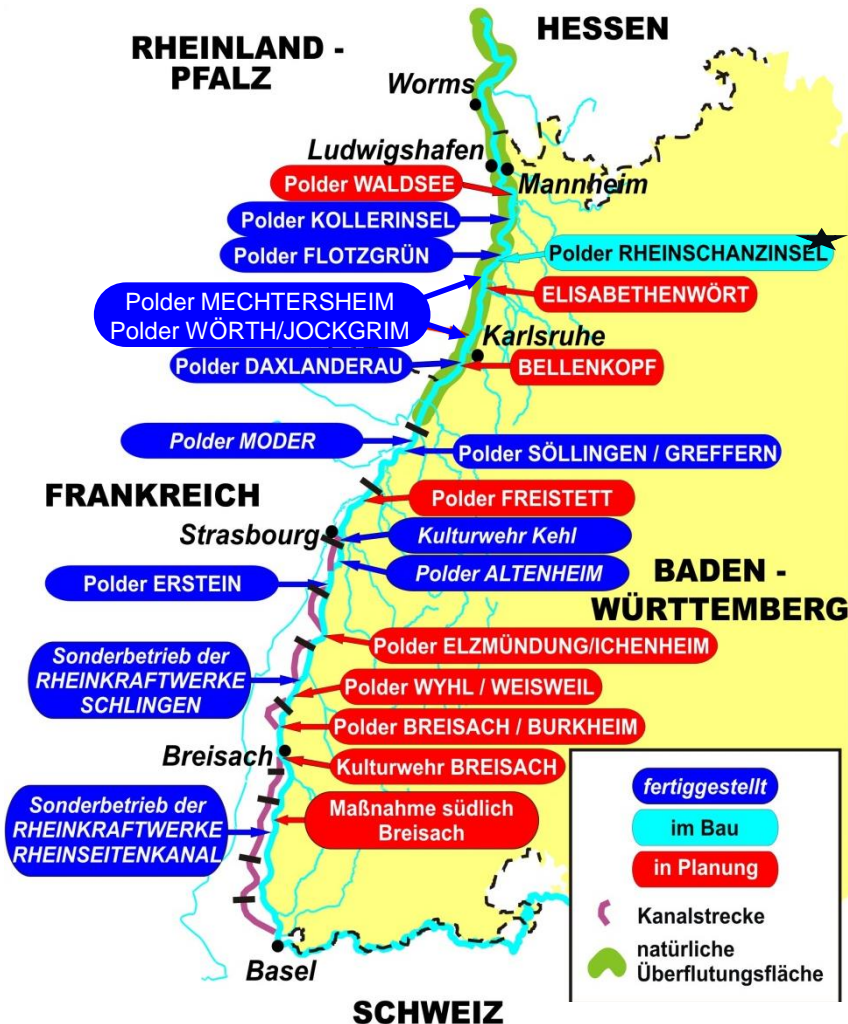


Flutpolder in Theorie und Praxis (3. Forum)



Gesamtkonzept für den Oberrhein

Quelle: Vortrag Meuser, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 11.11.2015



- 22 Maßnahmen zwischen Basel und Worms
- rund 270 Mio. m³ Rückhalteraum in F, BW, RP
- 13 Maßnahmen mit rund 170 Mio. m³ sind fertig gestellt
- weitere Maßnahmen in Bau oder in Planfeststellung



Inbetriebnahme Ende November 2015

Die bedrohte Region

Rheinniederung zwischen Iffezheim und Bingen

95 Städte/ Gemeinden mit 700.000 Einwohnern

350.000 Arbeitsplätze

Überflutete Flächen bis zu 1.000 km²

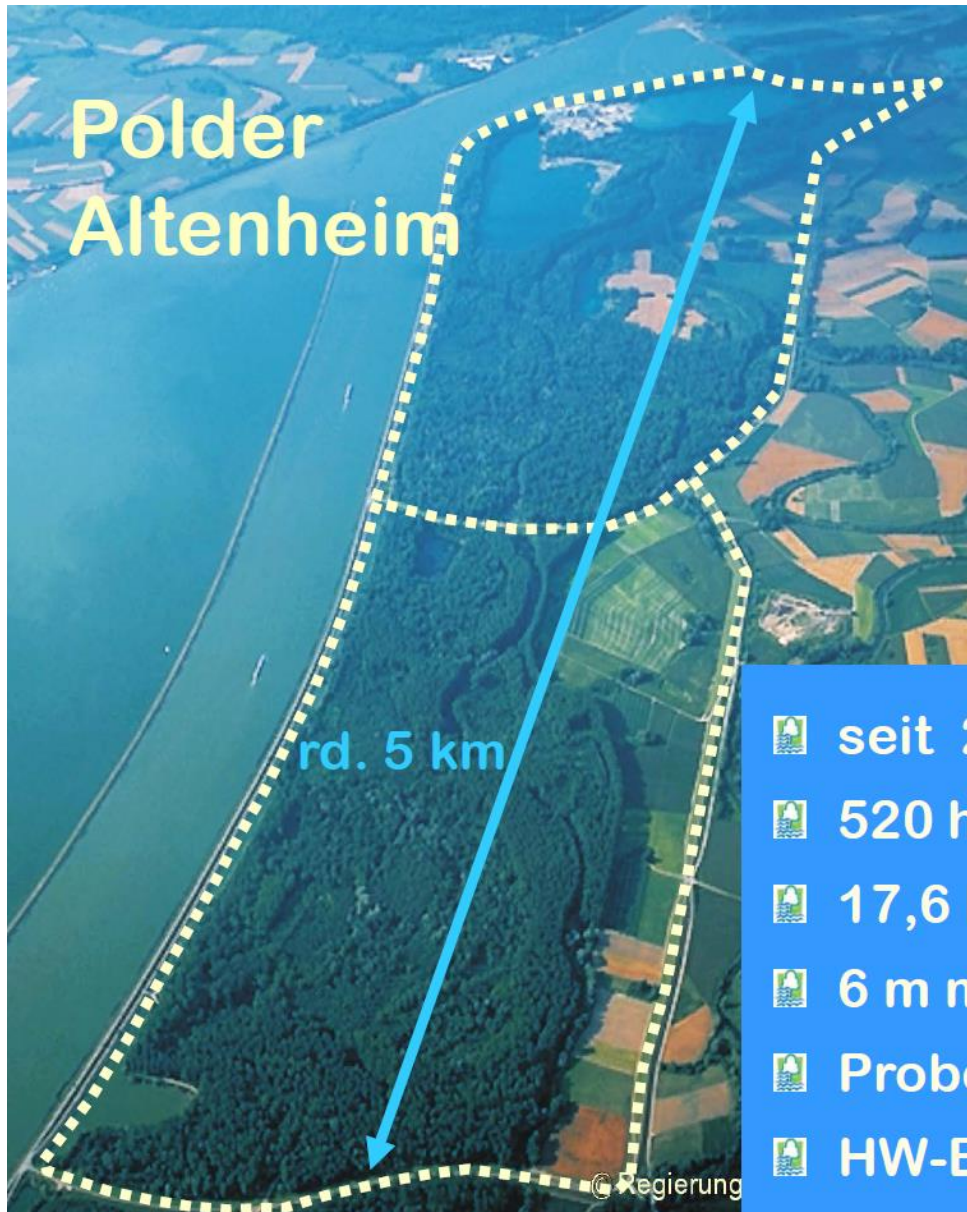
(Stand 1995)

Das Schadenspotential

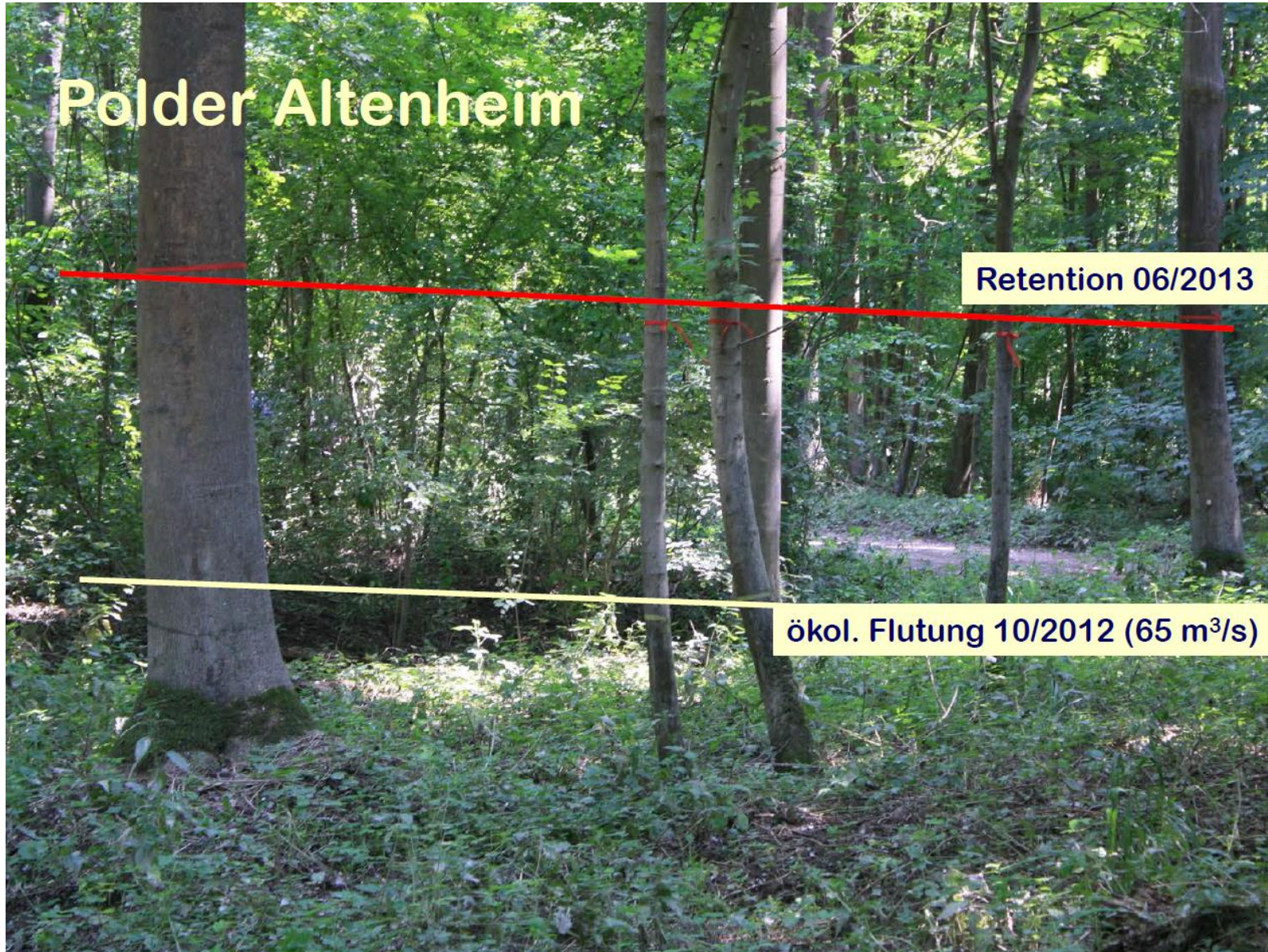
rd. 8 – 10 Mrd. EURO

(allein in Baden-Württemberg)

(Stand 2011)



- 🏠 seit 28 Jahren in Betrieb
- 🏠 520 ha Fläche
- 🏠 17,6 Mio m³ Rückhalt
- 🏠 6 m max. Einstauhöhe
- 🏠 Probestau 1987
- 🏠 HW-Einsatz ca. alle 10 Jahre



Polder Altenheim

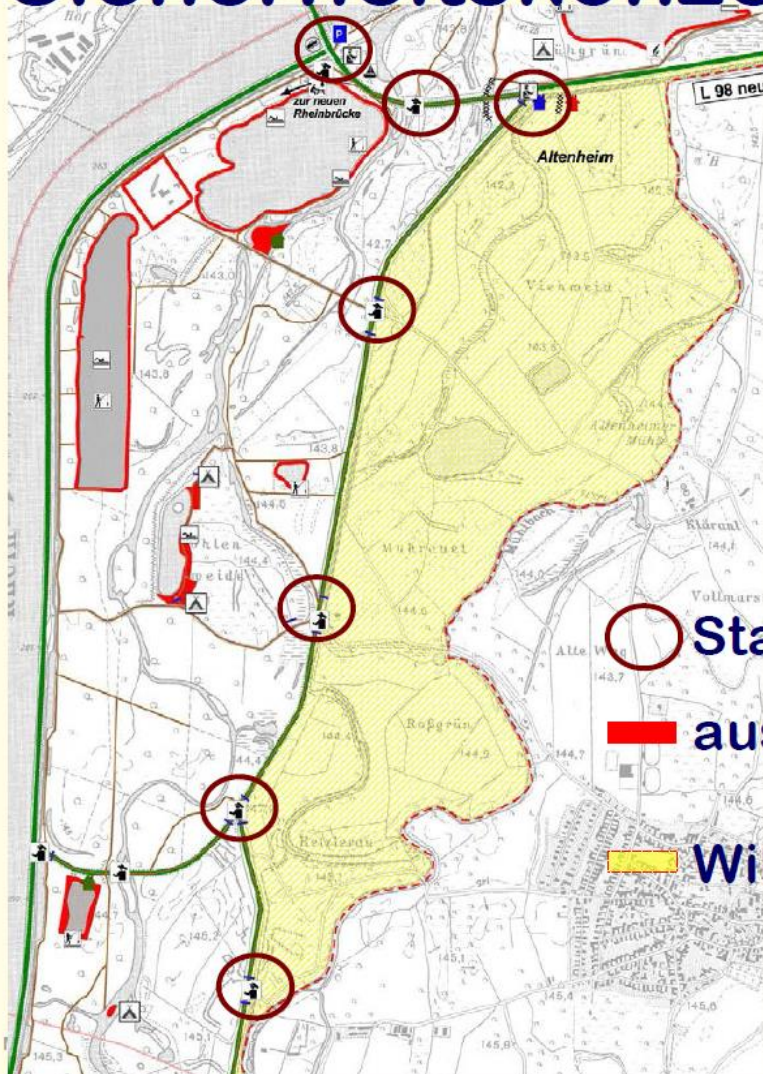
Retention 06/2013

ökol. Flutung 10/2012 (65 m³/s)

Ein Blick in die Steuerzentrale...



Sicherheitskonzept



-  Standorte Absperrschranken
-  ausgewiesene Kontrollstrecken
-  Wildrückzugsbereich



Brunnen in Kehl



Pumpwerk Altenheim

A photograph of a large industrial pump unit, painted blue, in a room with green pipes. The pump is the central focus, with various pipes and valves connected to it. The room appears to be a technical or utility space.

3 Pumpen

Leistung max. 21,6 m³/s (inkl. 20% Reserve)

Motorleistung jeweils rd. 870 PS (650 kW)

Verbrauch bei Vollast je Motor 156 l/h Diesel

Aufräumen nach der Flutung



Funktion und Wirkungsweise gesteuerter Flutpolder am Beispiel Oberrhein

Fragen:

2. Auf welche Distanzen kann ein solcher Effekt wirken?

Mitnahmeeffekt beim Hochwasser Juni 2013

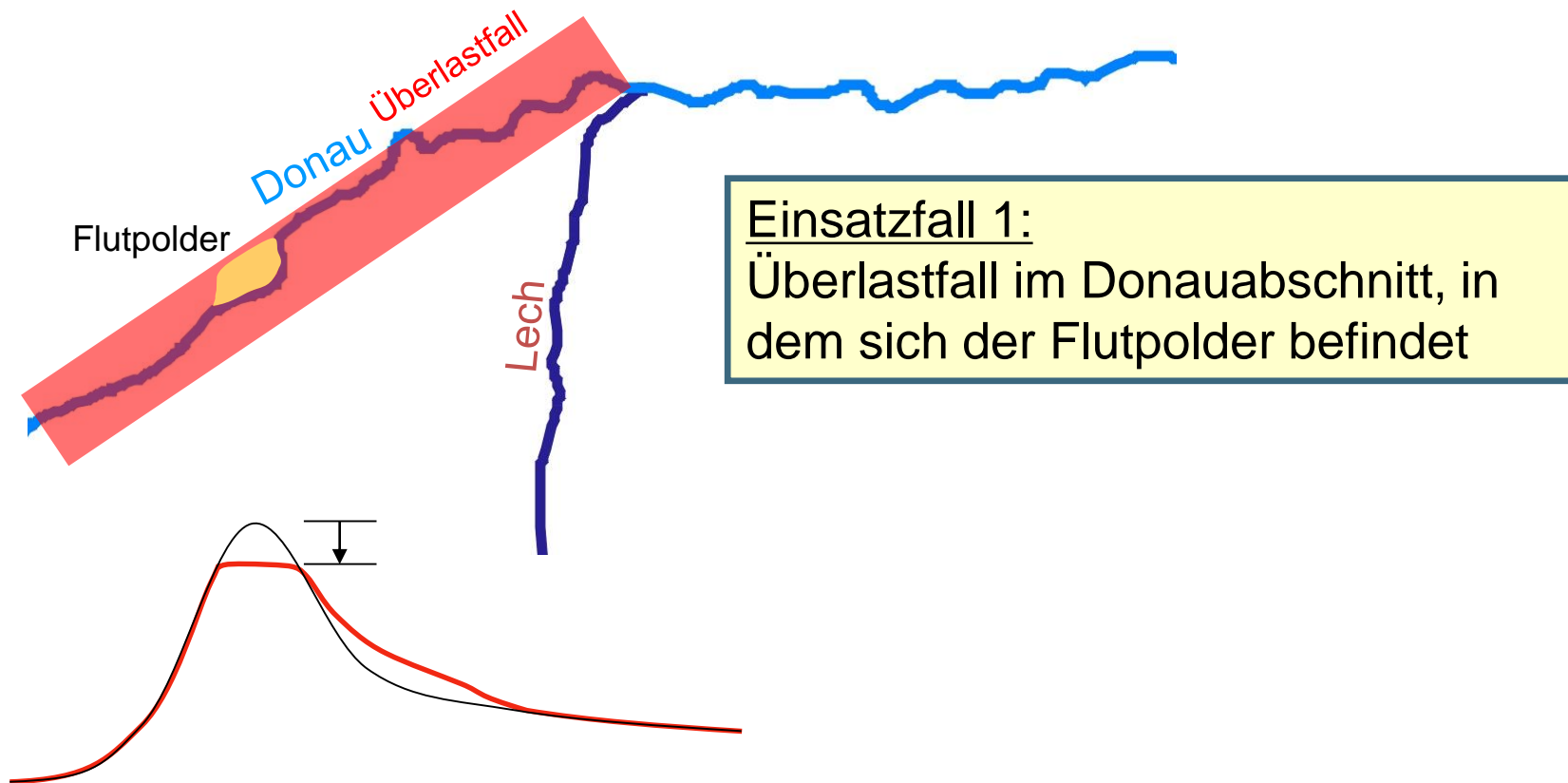
Neckar 

Main 

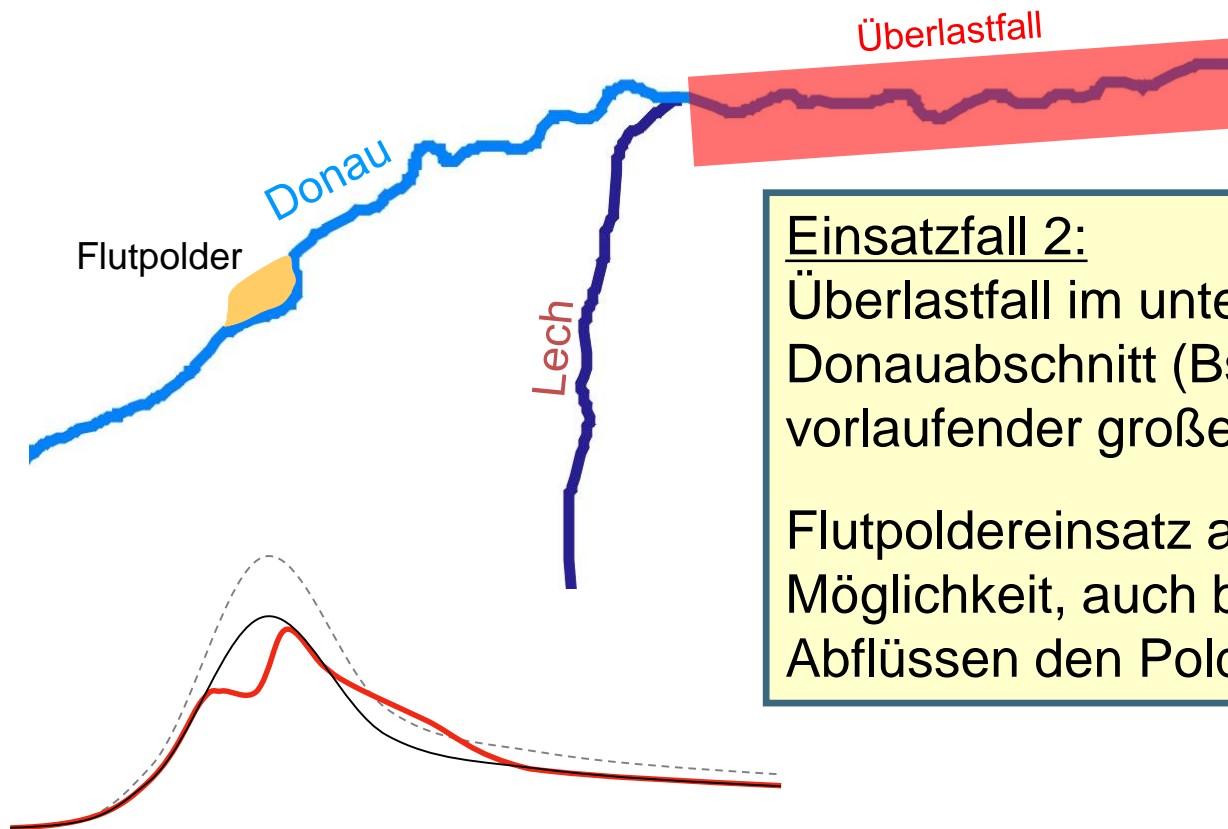
Mosel: **Kein Hochwasser** 

	Abminderung in cm	Wiederkehr- intervall in Jahren
Maxau	24	10-20
Speyer	29	10-20
Worms	15	15-20
Mainz	11	10-15
Kaub	13	10-15
Andernach	9	~MHQ
Köln	11	<MHQ

Wann sollen Flutpolder an der Donau eingesetzt werden?



Wann sollen Flutpolder an der Donau eingesetzt werden?



Einsatzfall 2:
Überlastfall im unterhalb liegenden
Donauabschnitt (Bsp. HW99 mit
vorlaufender großer Lechwelle)

Flutpoldereinsatz abhängig von
Möglichkeit, auch bei kleineren
Abflüssen den Polder zu fluten

Wie oft werden die Flutpolder voraussichtlich eingesetzt?

- Wie oft tritt ein Überlastfall im selben und/oder im unterhalb gelegenen Donauabschnitt auf?
- Wie wahrscheinlich ist ein gleichzeitiges Auftreten des Überlastfalles in beiden Donauabschnitten?

Bei Überlastfall ab HQ_{100}

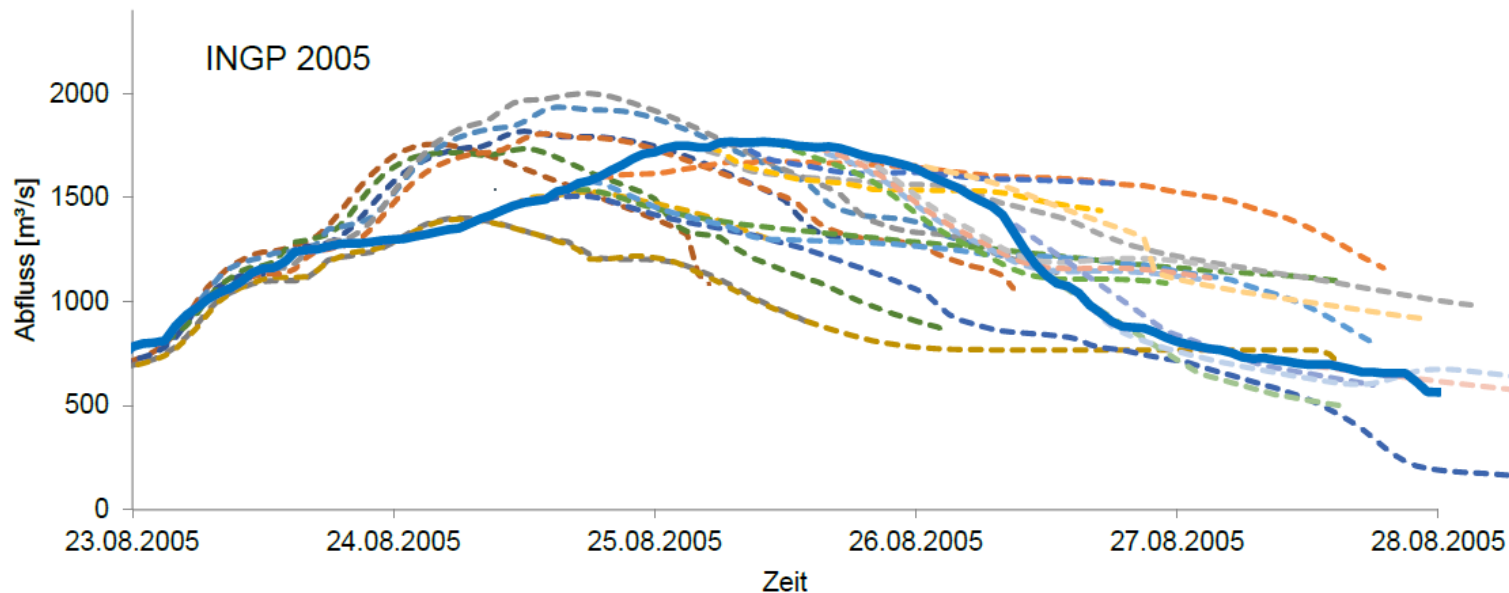
Flutpolder zw. Iller und Lech	i. M. einmal in 75 Jahren
Flutpolder zw. Lech und Naab/Regen	i. M. einmal in 75-80 Jahren
Flutpolder zw. Regen und Isar	i. M. einmal in 85-90 Jahren

Bei Überlastfall ab HQ_{30} (bis HQ_{100} -Schutz für den Bereich Straubing-Vilshofen fertiggestellt ist)

Flutpolder zw. Regen und Isar	i. M. einmal in 25-30 Jahren
-------------------------------	------------------------------

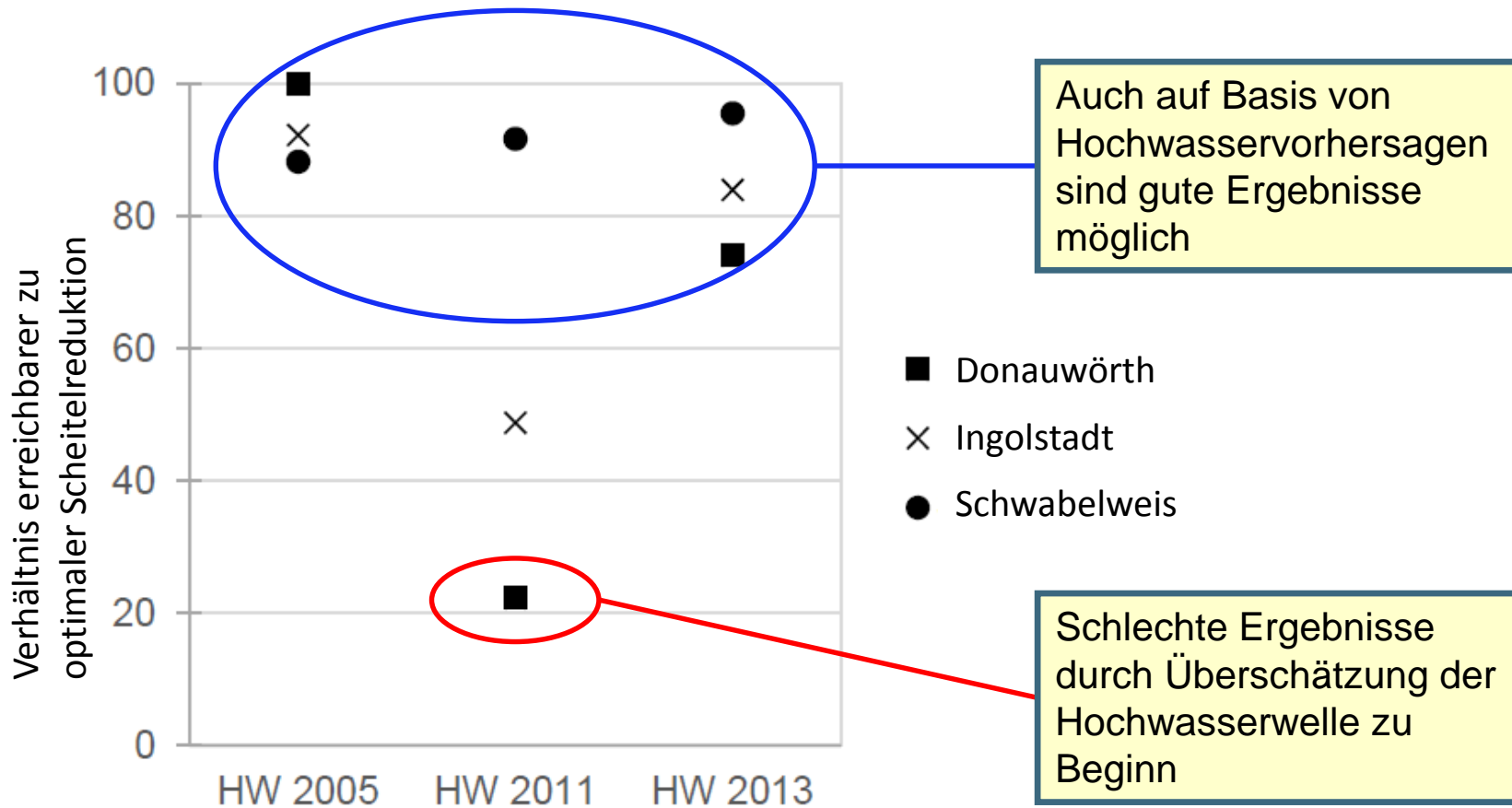
Wie gut ist eine Steuerung auf Basis von Abflussvorhersagen?

TU München: Simulation der Steuerung auf Abflussvorhersagen für 3 Hochwasserereignisse (2005, 2011 und 2013) und 3 Pegel (Donauwörth, Ingolstadt, Schwabelweis)



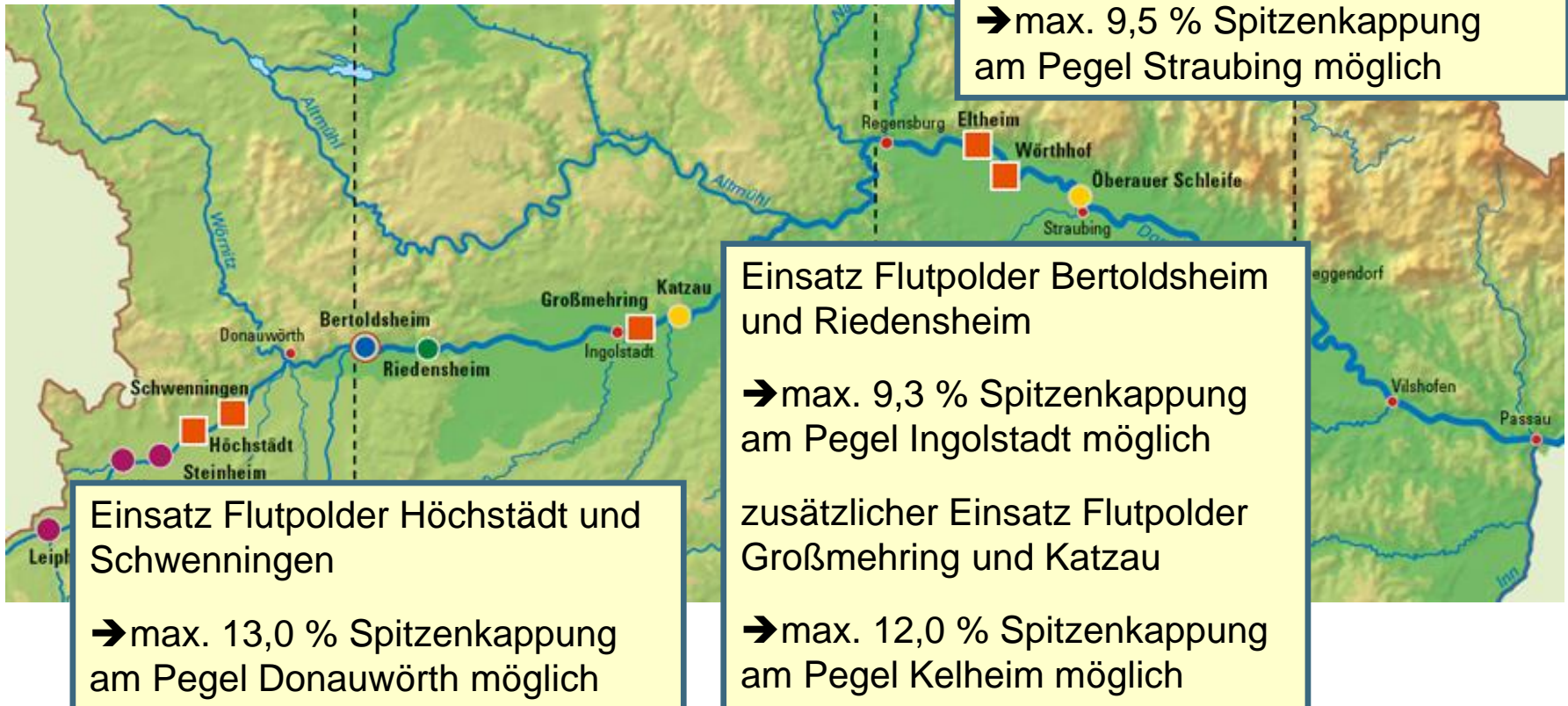
Wie gut ist eine Steuerung auf Basis von Abflussvorhersagen?

TU München: Simulation der Steuerung auf Abflussvorhersagen



Wirkung der Flutpolder an der Donau

TU München: Kombinationsbetrachtungen



Einfluss von Hochwasser auf Grundwasserstände

- Hochwasserstand im Fluss breitet sich im Grundwasser auf Landseite des Deichs fort



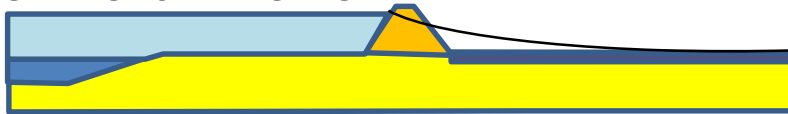
- Rückverlegung des Deichs in Richtung Siedlung führt zu verstärkter Grundwasserspiegelerhöhung im Siedlungsbereich



Ein Grund für Opposition gegen Flutpolder

Druckausbreitung

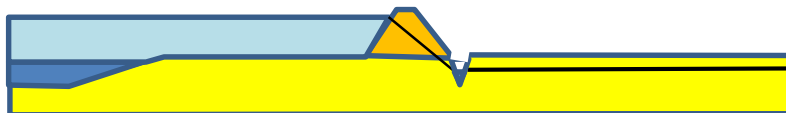
- bei gespannten Verhältnissen unter Auelehm: schnell, grosse Reichweite



- bei freiem Wasserspiegel: Druckabfall durch Austritt von Qualmwasser



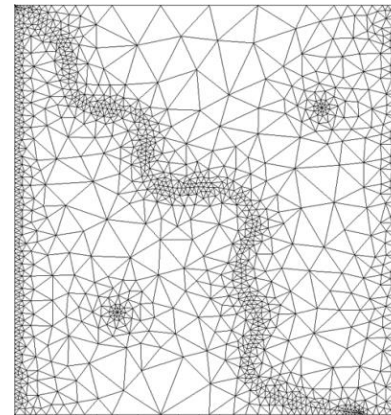
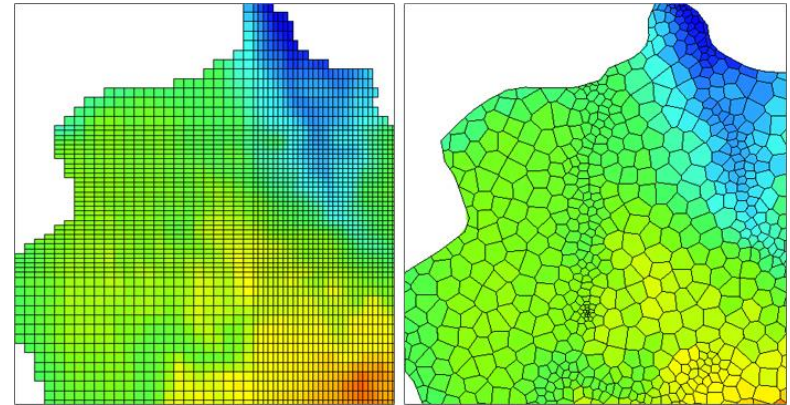
- mit zusätzlicher Drainage: Hinterland von Polder entkoppelt



Rolle von Grundwassermodellen

- Planungswerkzeug
- Berechnet
 - ▶ Grundwasserhöhen
 - ▶ Abflüsse/
Sickerwasserandrang
 - ▶ Grundwasserbilanzen
 - ▶ Einzugsgebiete von Brunnen
- `Buchhalter' für
Grundwasser-bilanzen
- Numerische Lösung auf
diskretisiertem Raumgitter

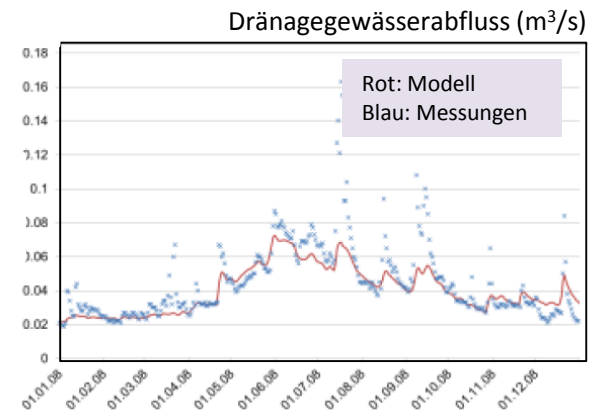
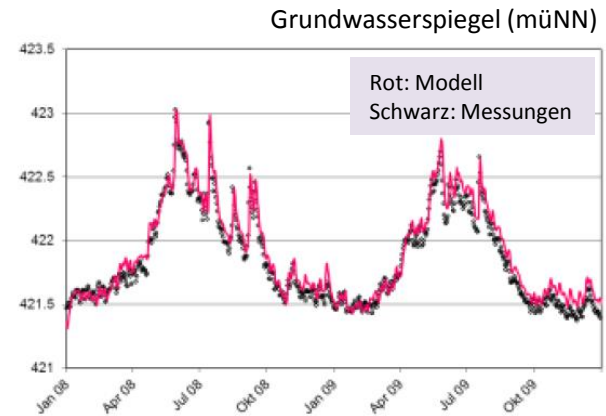
FD und FV (z. B. MODFLOW)



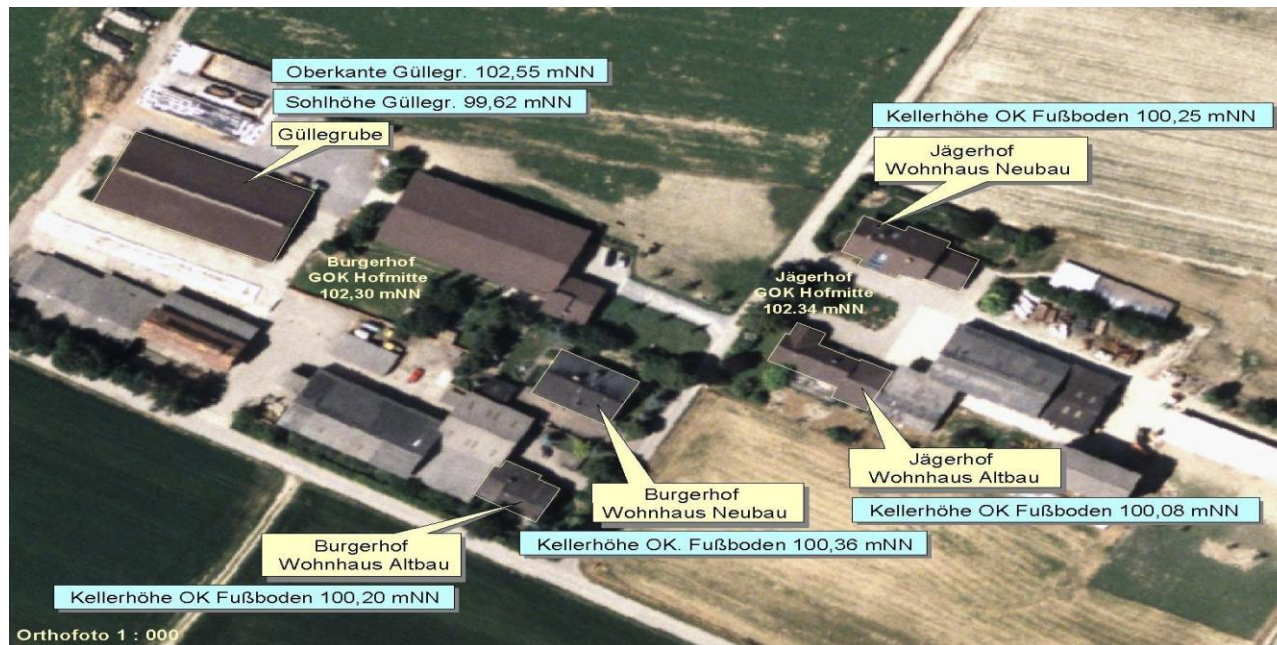
FE (z. B. FEFLOW)

Rolle von Grundwassermodellen

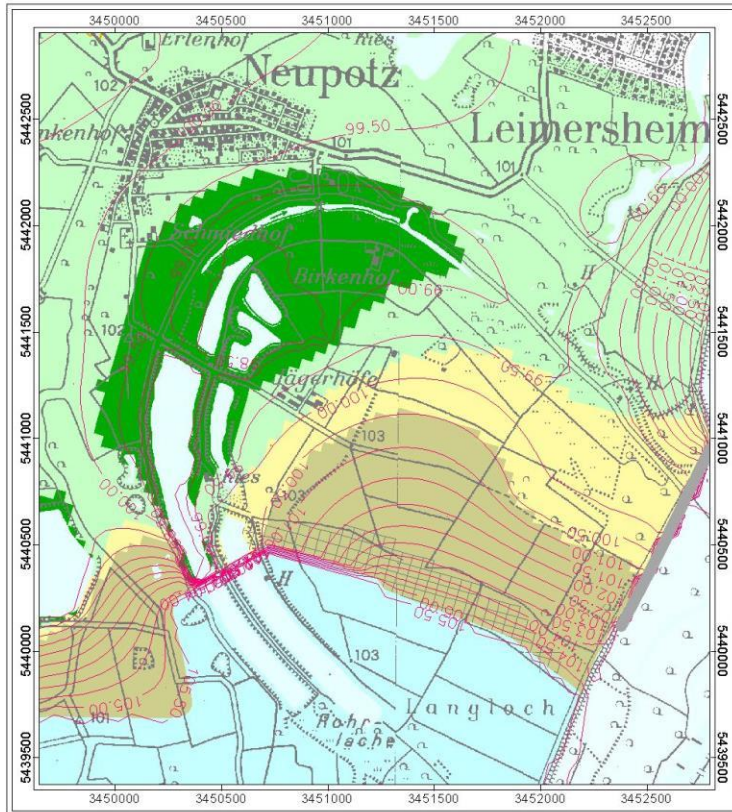
- Kalibrierung notwendig um nachzuweisen, dass Modell die Vergangenheit korrekt reproduziert
- Nachbildung von Grundwasserganglinien und Abflussganglinien von Drainagegewässern
- Erst dann: Einsatz in der Prognose



Bemessung von Objektschutzmaßnahmen Vertikalbrunnen oder Schmalwand

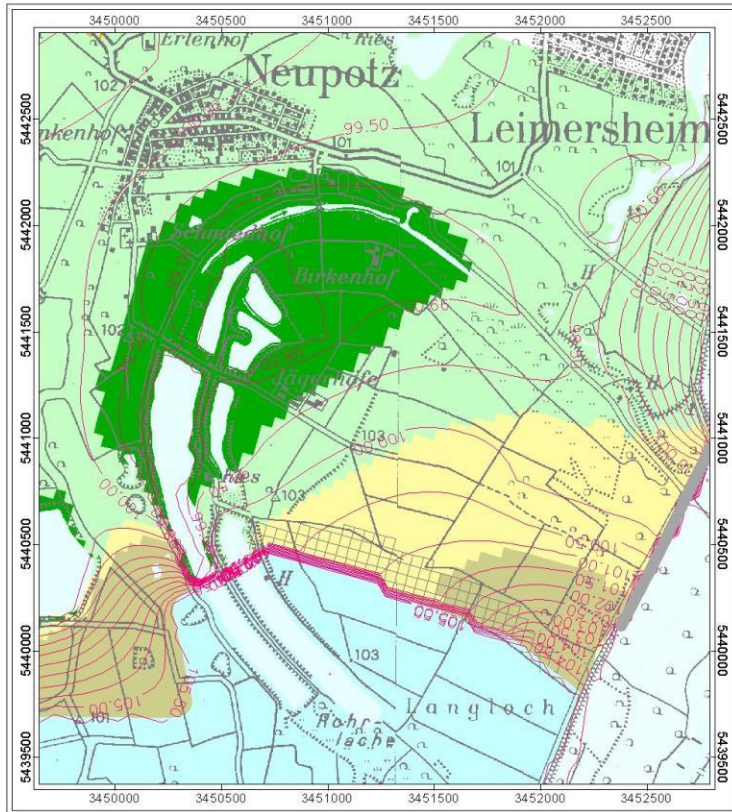


Objektschutzmassnahme Burgerhof/Jägerhof (Schmalwandlösung)



Differenzenplan
bei Einbau einer
500 m langen
Schmalwand

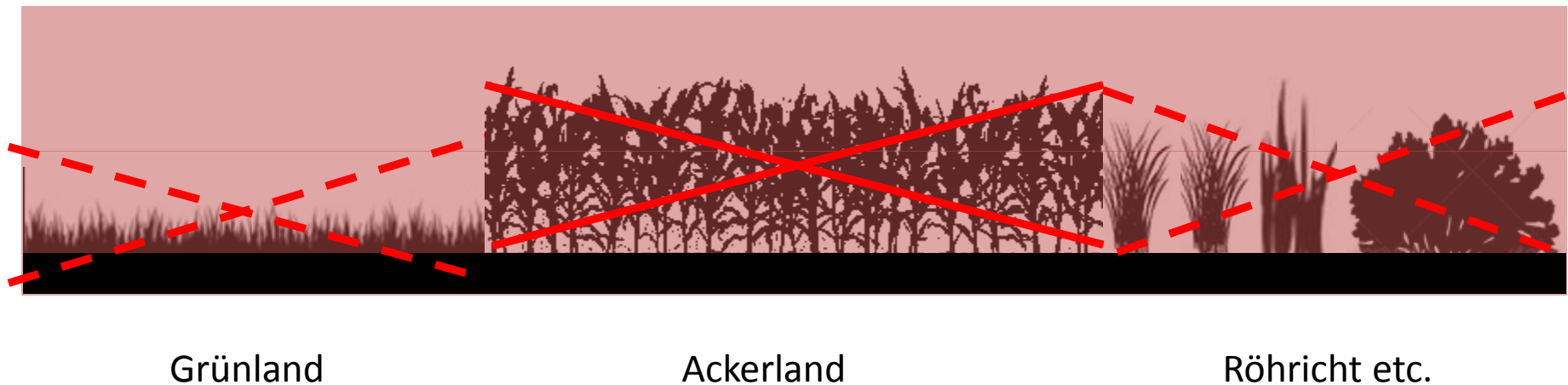
Objektschutzmassnahme e Bürgerhof/Jägerhof (Schmalwandlösung)



Differenzenplan bei Einbau einer **1250 m** langen Schmalwand

Ökologische Wirkungen gesteuerter Flutungen

■ Pflanzen/Vegetation



Ökologische Wirkungen gesteuerter Flutungen

■ Tiere:

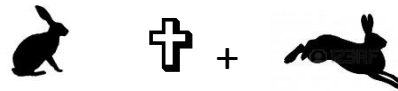
- Rehe, Wildschweine, Rotwild

⇒ können (z.T.) fliehen (Vorsicht: Zäune, Menschen, Erfahrung)



- Niederwild

⇒ kann zum Teil fliehen



- Mäuse, Maulwürfe

⇒ werden ausgelöscht, meist schnelle Wiederbesiedlung



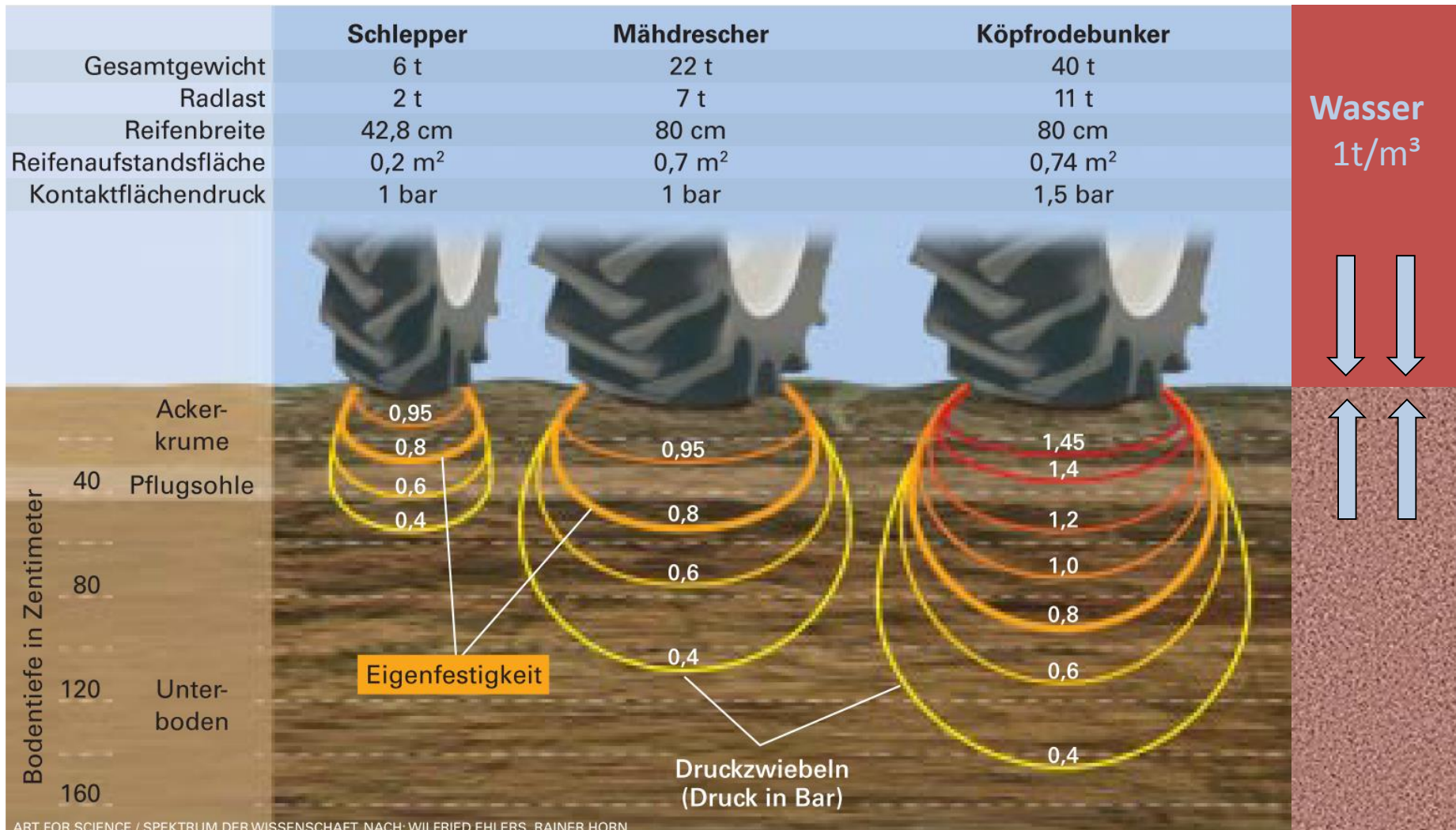
- Vögel



⇒ können flie(g)hen,

aber: erhebliche Brutverluste ⇒ Nachgelege

Bodenverdichtung durch Überstauung?



ART FOR SCIENCE / SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, NACH: WILFRIED EHLERS, RAINER HORN

Risiko und Schutz

- Extreme Hochwässer hat es immer gegeben, und wird es immer geben.
 - ▶ Kein alleiniges Resultat der menschlichen Verbauung
- Mit Sicherheit steigt der Schaden: Raumordnung
 - ▶ Klimawandel: Auswirkung auf extreme HW unklar
- Umfassende Schutzstrategie erforderlich:
 - ▶ Raumplanung: Entscheiden Sie weise?
 - ▶ naturnahe/Aufweitungen/Auen
 - ▶ Linearer Schutz: Deiche, Wände
 - ▶ Technischer Rückhalt: im Fluss, am Fluss, gesteuert/ungesteuert...

Rückhaltesysteme und ihre Stärken

	Maßnahme	Zentrale Wirkung
--	----------	------------------

Flutpolder

- Jahrzehntelange Erfahrung am Oberrhein
 - ▶ Aber vor allem Wälder betroffen + ökolog.
- Polderkette an der Donau in Bayern vergleichsweise erst am Beginn
 - ▶ Steuerung mit errechneten Erfolgsquoten jenseits der 70 % (von 100 % erreichbarem Rückhalte-Volumen)
- Grundwasser: Anstieg bei Flutung
 - ▶ Technische Gegenmaßnahmen wie Entwässerungsgräben, Teiche, Brunnen, Pumpen, Wände nötig
 - ▶ Grundwasser-Modelle für die Planung unerlässlich!
- Ökologie: tw. negative Auswirkungen auf Arten
 - ▶ Aber keine Bodenverdichtung durch Flutungen