



Rückblick auf Diskussionsforum 1 und 2



Hochwasserrisiko
& Schutzstrategien
Münchsmünster,
24. September 2015

Rückhaltesysteme
im Vergleich
Regensburg
08. Oktober 2015



Hochwasserrisiko



Historische Hochwasserereignisse

Donauwörth, 1965



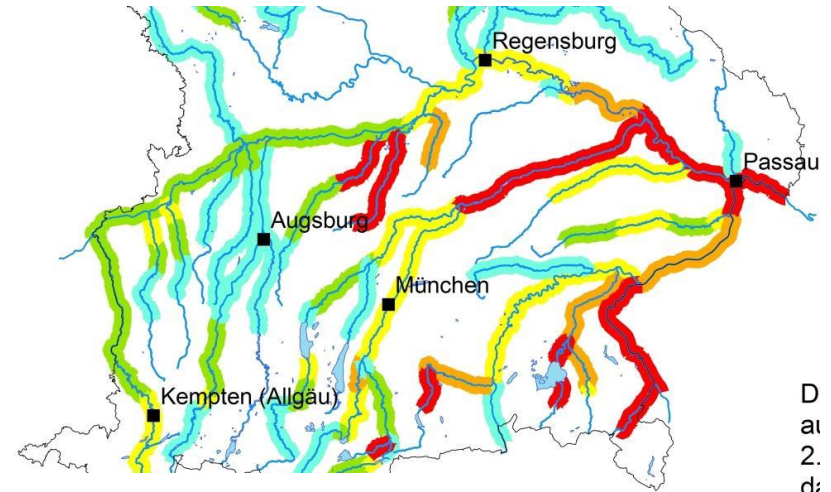
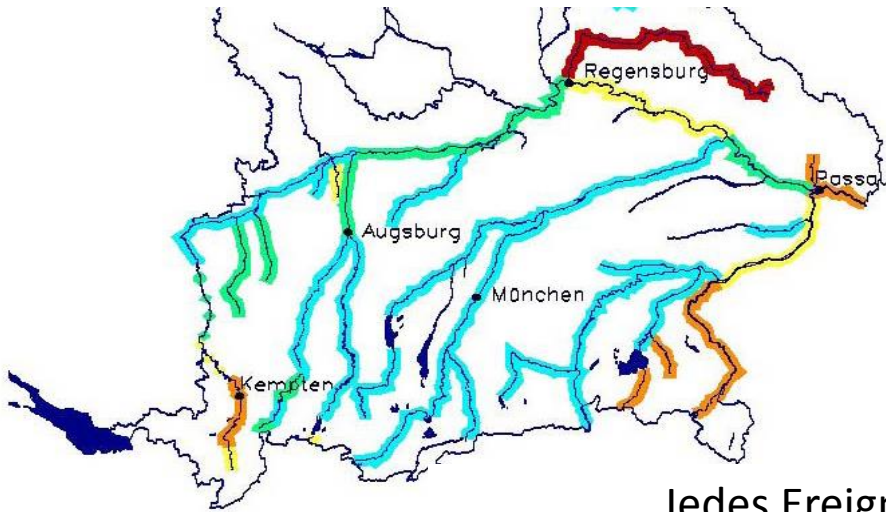
Foto: Stadtarchiv Passau

Foto: WWA Donauwörth

Hochwasserereignisse in den letzten 20 Jahren

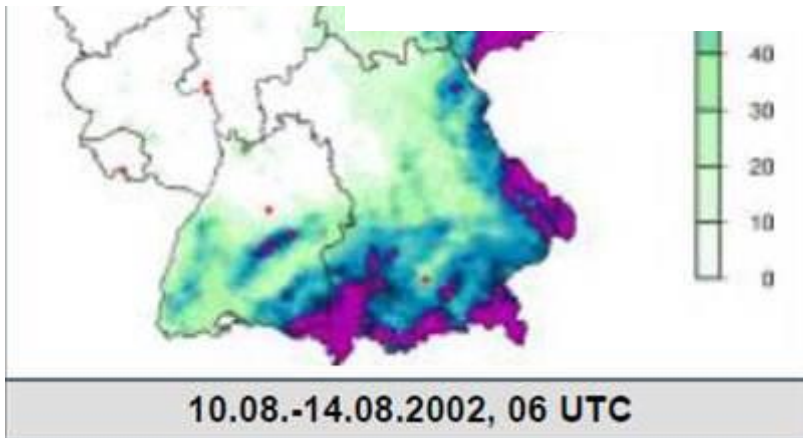


Zusammenhang Niederschlag – Hochwasser

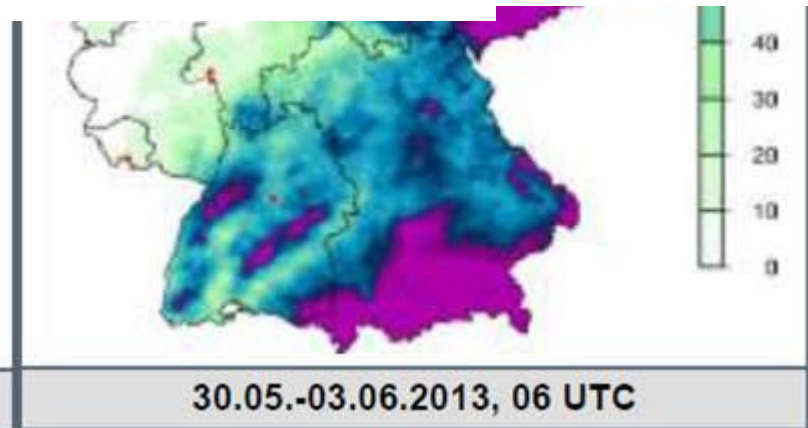


Jedes Ereignis ist anders!

D
a
t
e
i
e



10.08.-14.08.2002, 06 UTC



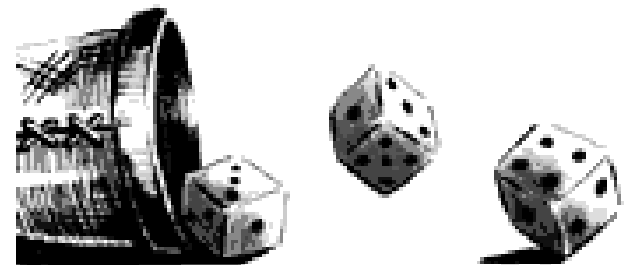
30.05.-03.06.2013, 06 UTC

Vergleich Hochwasser 2002 – 2013

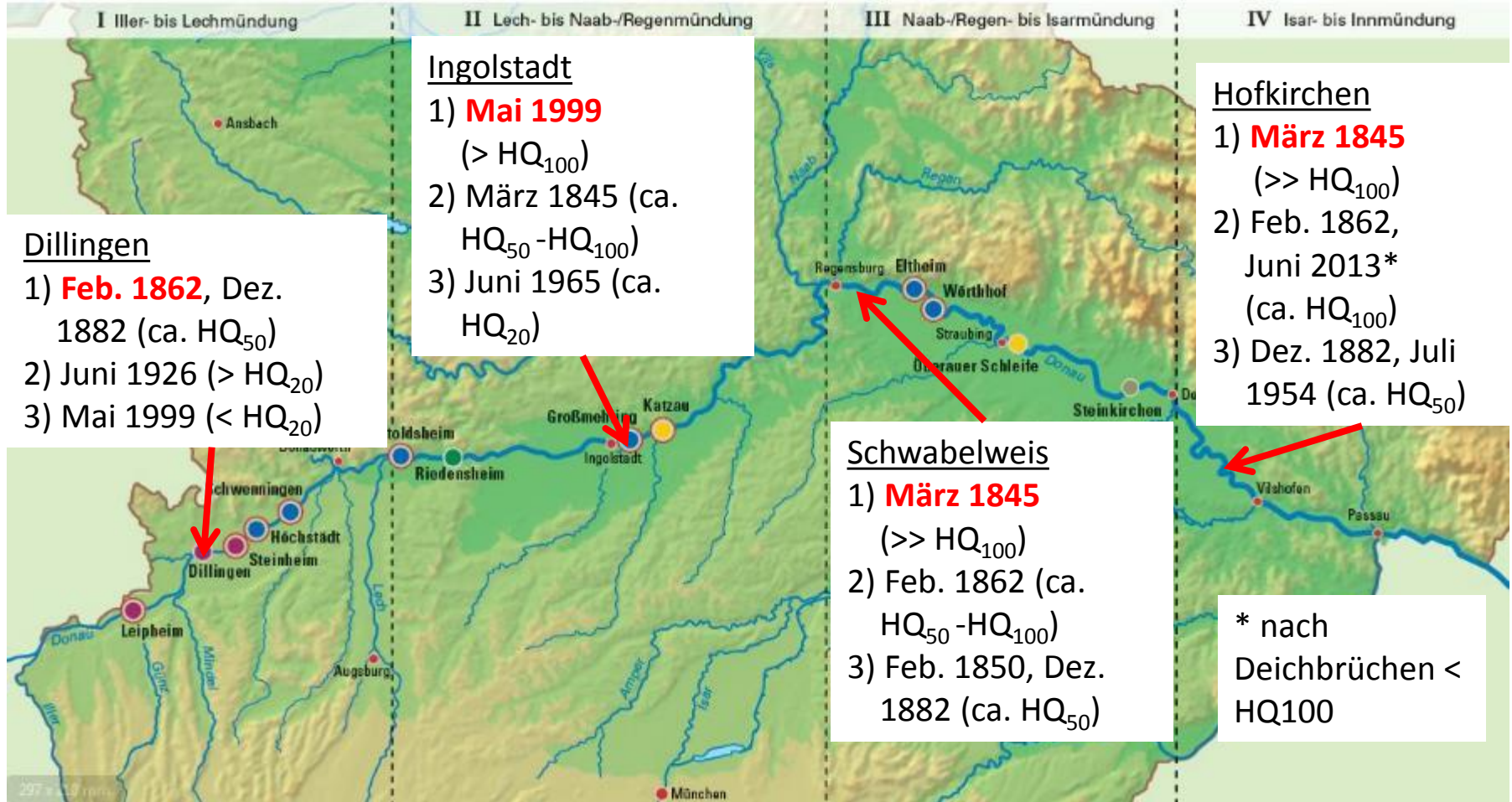
(Quelle: CEDIM-Bericht Junihochwasser 2013 Mitteleuropa),
Niederschlagsdaten: Deutscher Wetterdienst)

Was ist eigentlich ein HQ_{100} ?

- Ein 100-jährliches Hochwasser tritt 100 Mal in 10.000 Jahren ein und lässt keinen Rückschluss auf den Eintrittszeitpunkt
- **Wie beim Würfeln: Würfelt man 600 Mal, so hat man ca. 100 „6er“ zu erwarten.**



Die größten Hochwasserereignisse der letzten 150 Jahre in den einzelnen Donauabschnitten („TOP 3“)



Lokale Hochwassereignisse

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



Sturzflut

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 24.09.2015



Ursache: Lokaler Starkregen (oft Gewitter).

Sturzflut

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 24.09.2015



Sturzflut

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 24.09.2015



**Eine Gefährdung besteht
überall, nicht nur an Gewässern.**

Großräumige, lang anhaltende Regenereignisse

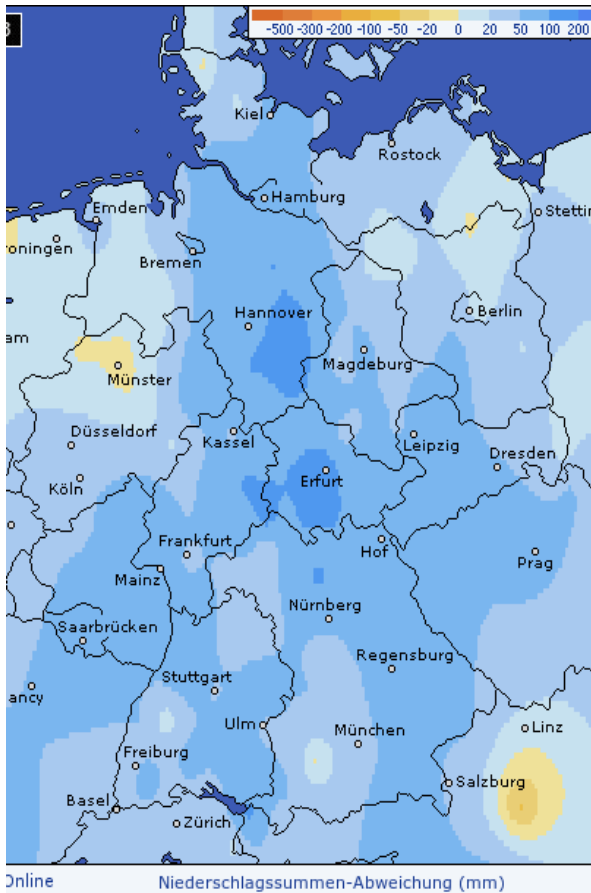
- Großräumige, lang anhaltende Regenereignisse (mehrere Tage)
 - ▶ Verursachen Hochwasser auch an großen Flüssen (z.B. Donau)
 - ▶ Flächenversiegelung spielt in der Regel keine Rolle, da auch nicht versiegelte Böden mit der Zeit wassergesättigt sind



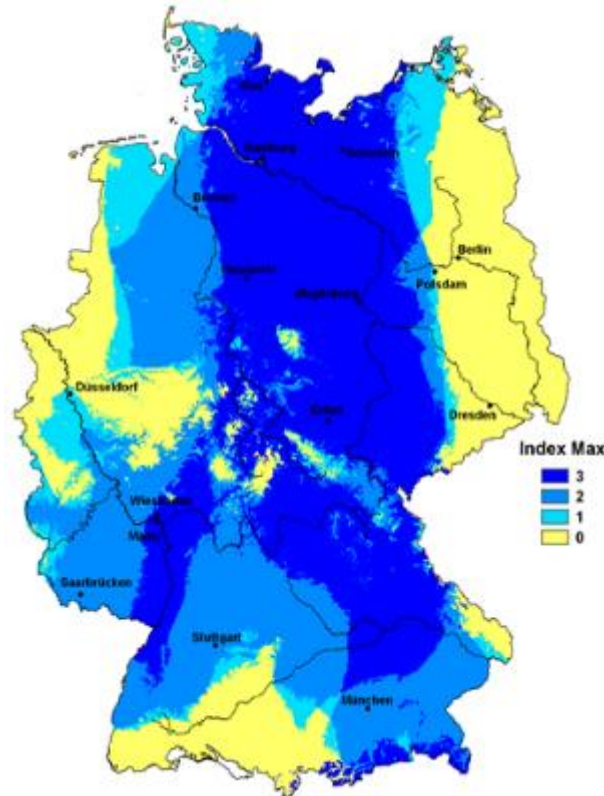
Hochwasser 2013

Vorbedingungen und Auslöser

Niederschlagsanomalien im Mai

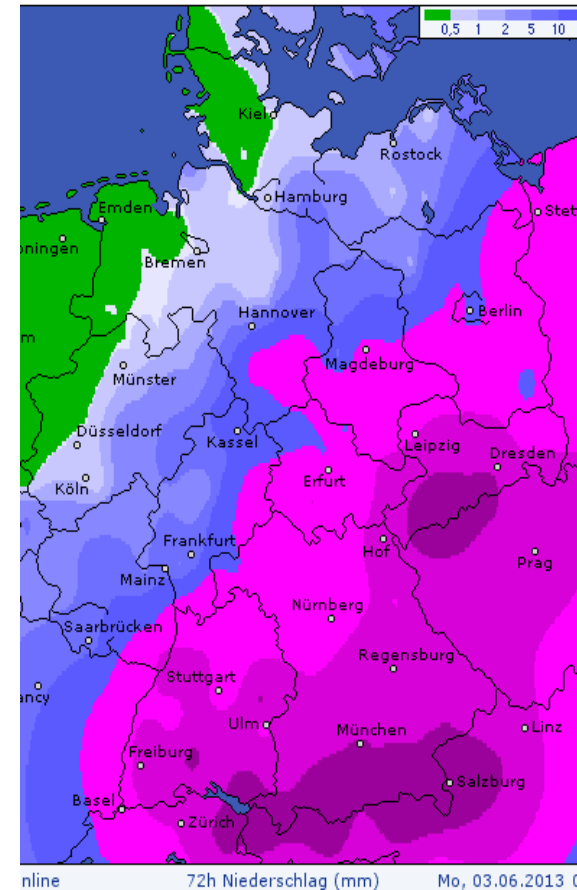


Bodenfeuchte am 26.5.



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.



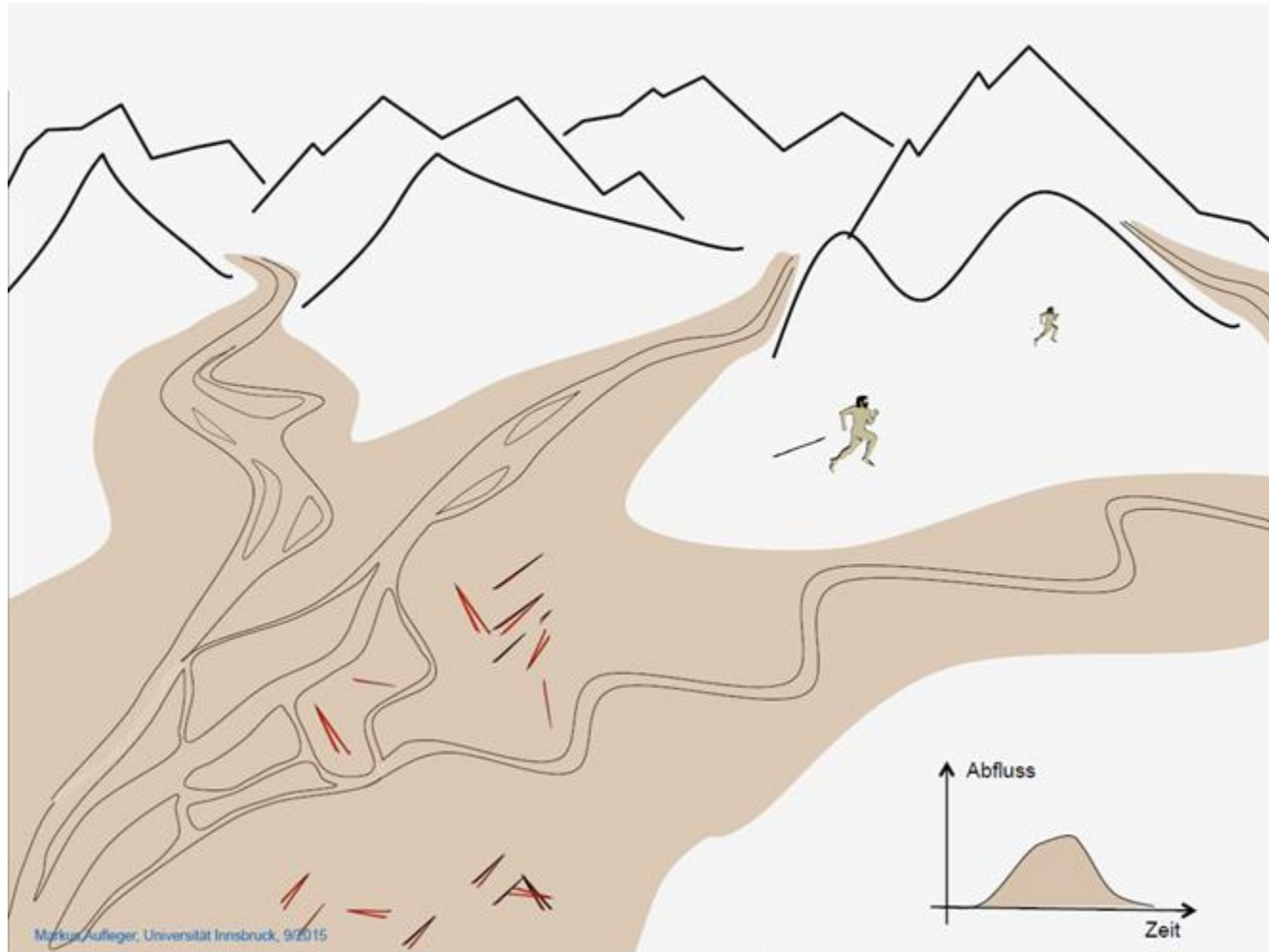
Hochwasser in Deutschland Juni 2013

Eine typische (reine) Flussüberschwemmung

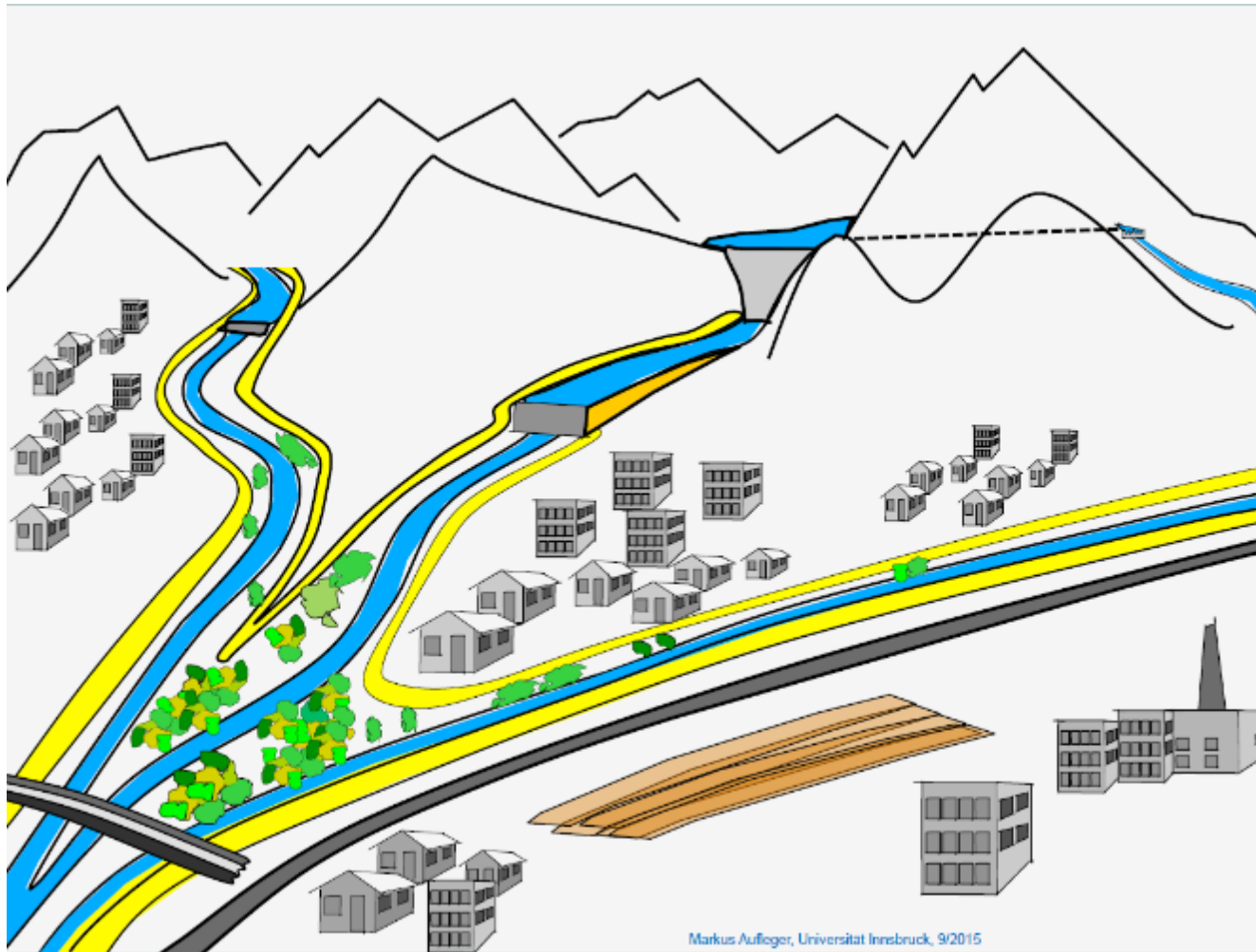
Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdilog 24.09.2015



Natürliche Flüsse



21. Jahrhundert



bei Überschwemmungen gibt es immer sofort pauschale und Vorschläge für

Schuldzuweisungen

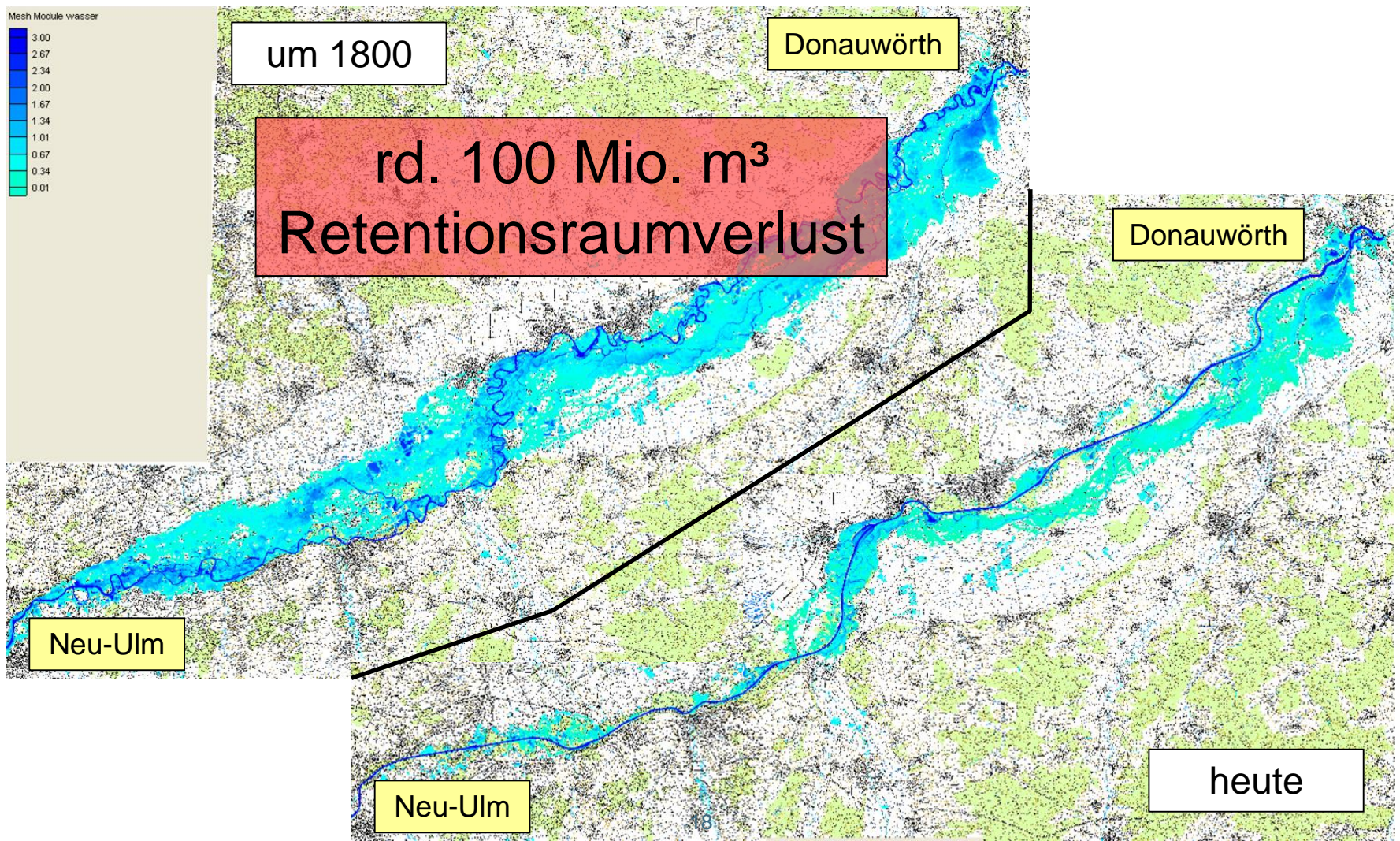
- Versiegelung
- Begradigung
- Kanalisierung
- Eindeichung
- Bodenverdichtung
- Waldsterben
- Klimaänderung
- etc.

Abhilfemaßnahmen

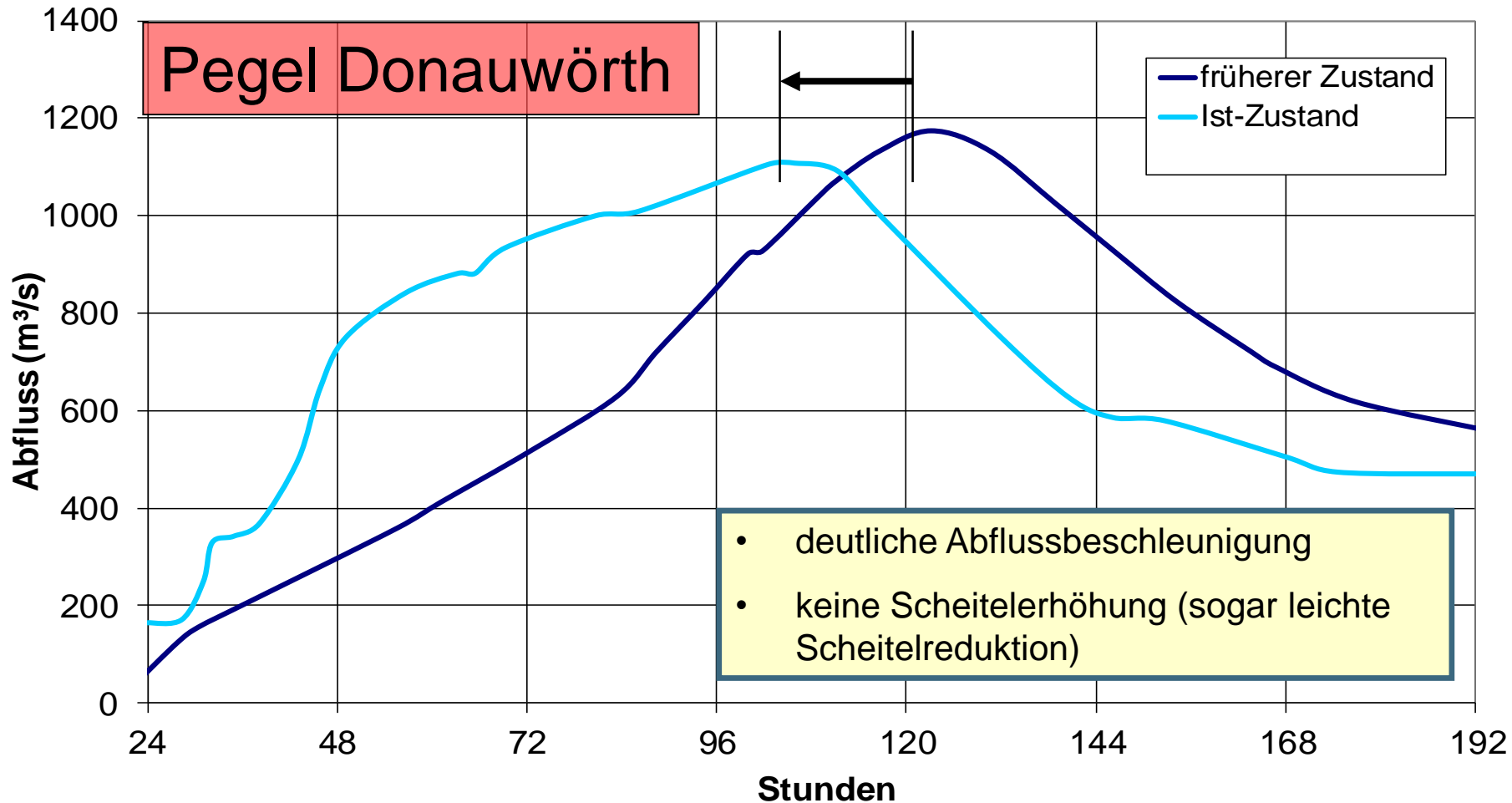
- „Breitwasser statt
Hochwasser“
- Renaturierung
- Deiche zurückverlegen
- dezentraler Rückhalt
- Dachwasser versickern
- etc.

**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.



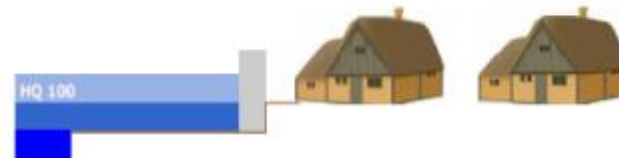
Phase 2: Ein einhundertjährliches Hochwasser (HQ 100) tritt ein. Das Gebäude wird überschwemmt. Die Einwohner bitten den Staat, sie zu schützen.



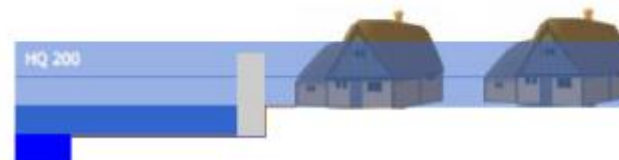
Phase 3: Der Staat hilft. Er baut eine Hochwasser-schutzanlage, die für ein einhundertjährliches Hochwasser bemessen wird.



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.



Werte in Wohngebäuden

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 24.09.2015



Werte in Wohngebäuden

Quelle: Vortrag Kron, Diskussionsforum
Hochwasserdiallog 24.09.2015



Heizanlage

heute

Fluss-Überschwemmungen in Bayern seit 1990

Quelle: Summenergänzung auf Vortrag Kron,
Diskussionsforum Hochwasserdialog 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)



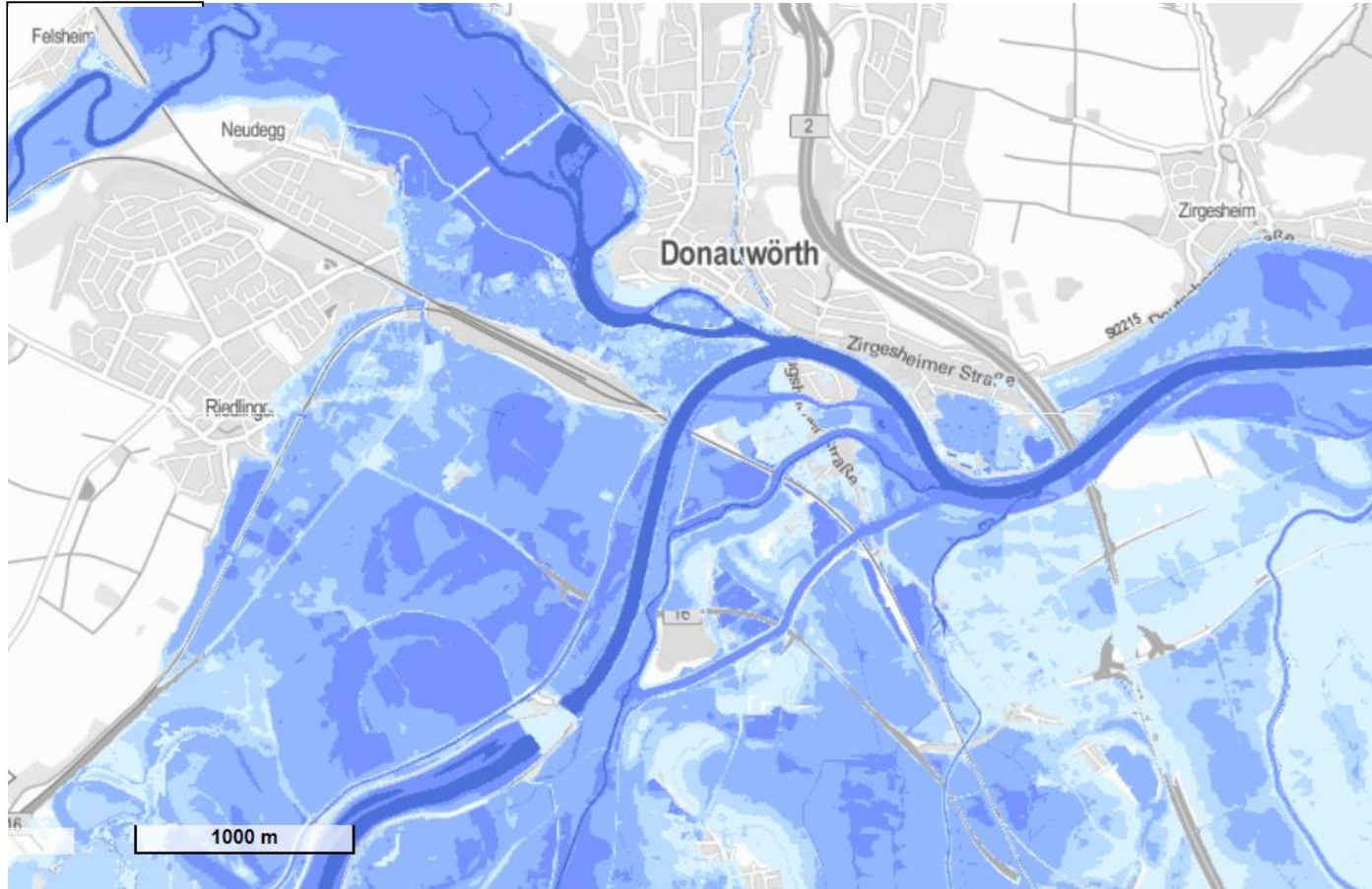
Raumordnung als Aufgabe der Gemeinden

- 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!“**

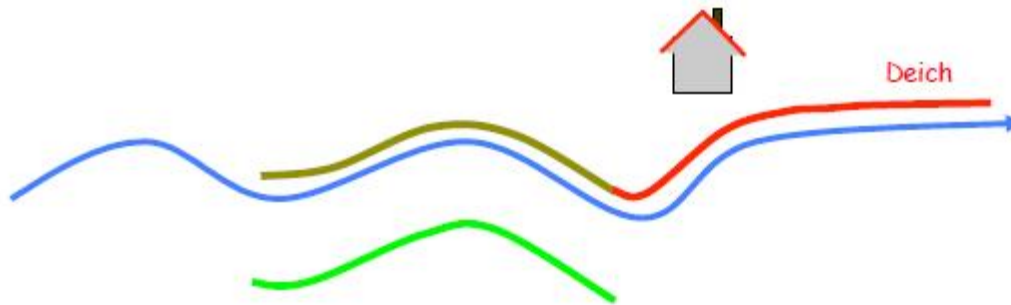
Donauwörth

HQ100 - HQextrem

Quelle: Vortrag Greiving, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 24.09.2015



Deiche und Mauern

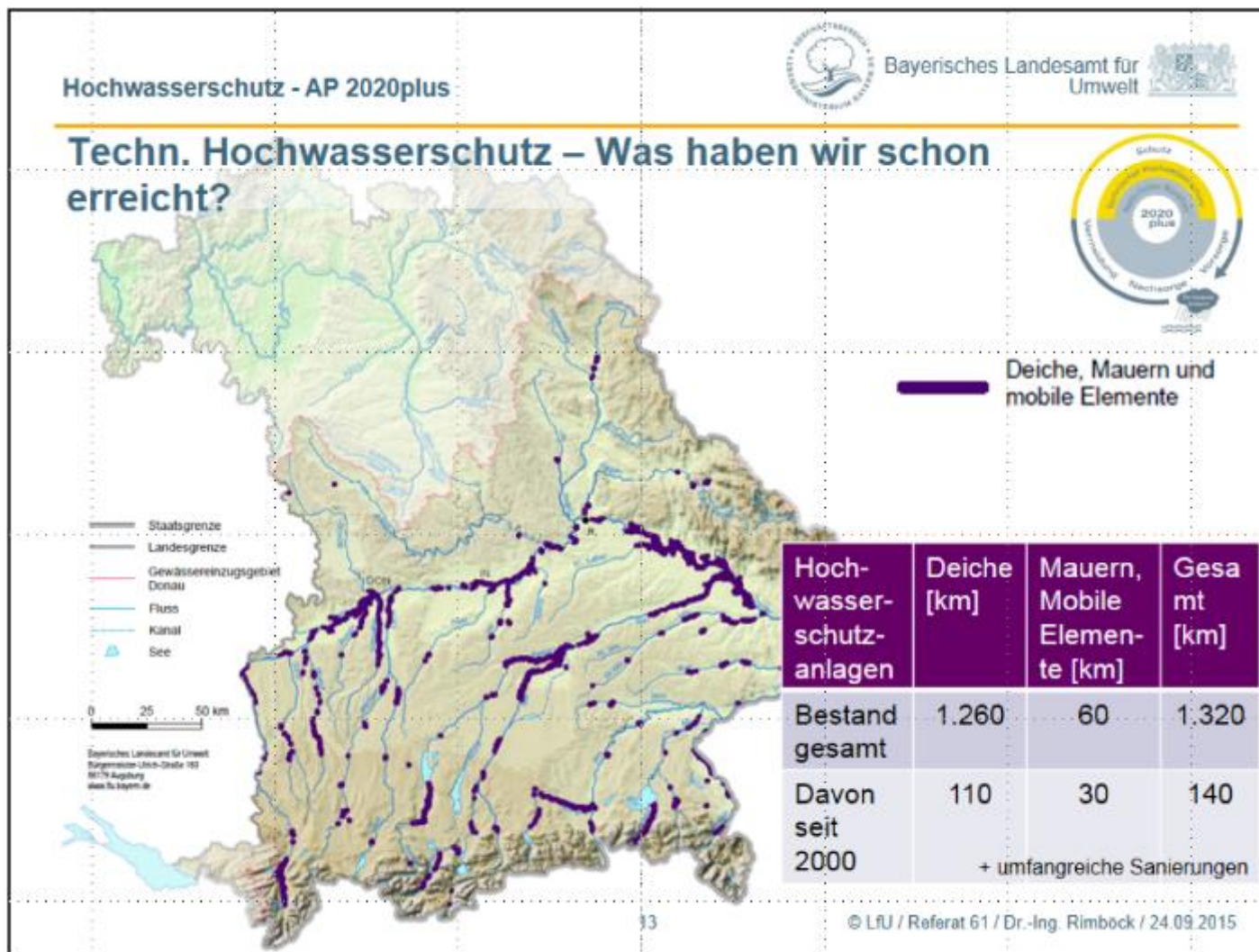


© Markus Aufleger, Universität Innsbruck

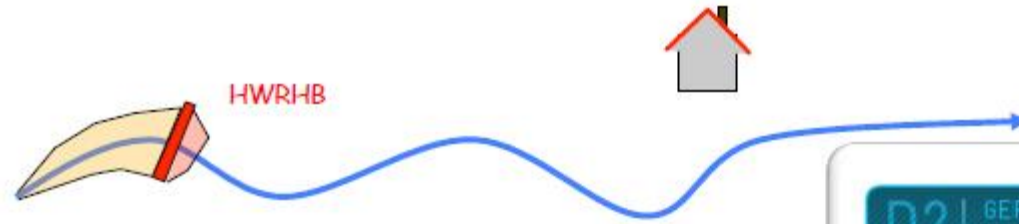
Deiche und Mauern



Deiche und Mauern



Hochwasserrückhaltebecken



Volumen [Mio. m³] → ΔQ [m³/s]

Sehr hohe Rückhaltewirkung,
abh. von

- Volumen [Mio. m³]
- Steuerung (inkl. Vorhersage)

D2 | GERMANY
SYLVENSTEINSPEICHER

MAINTAINED BY: WWA Weilheim
RIVERS: Isar, Durrach, Walchen
TYP: Rockfill dam/clay core
PURPOSE: Flood protection, energy, recreation, stabilize water flow

Construction Time	1954 - 1959
Height [m]	48.4
Crest Length [m]	180
Surface Area [km ²]	6.61
Cross Capacity [Mio. m ³]	124
Catchment Area [km ²]	1138
Design Flood [m ³ /s]	2012

Hochwasserrückhaltebecken

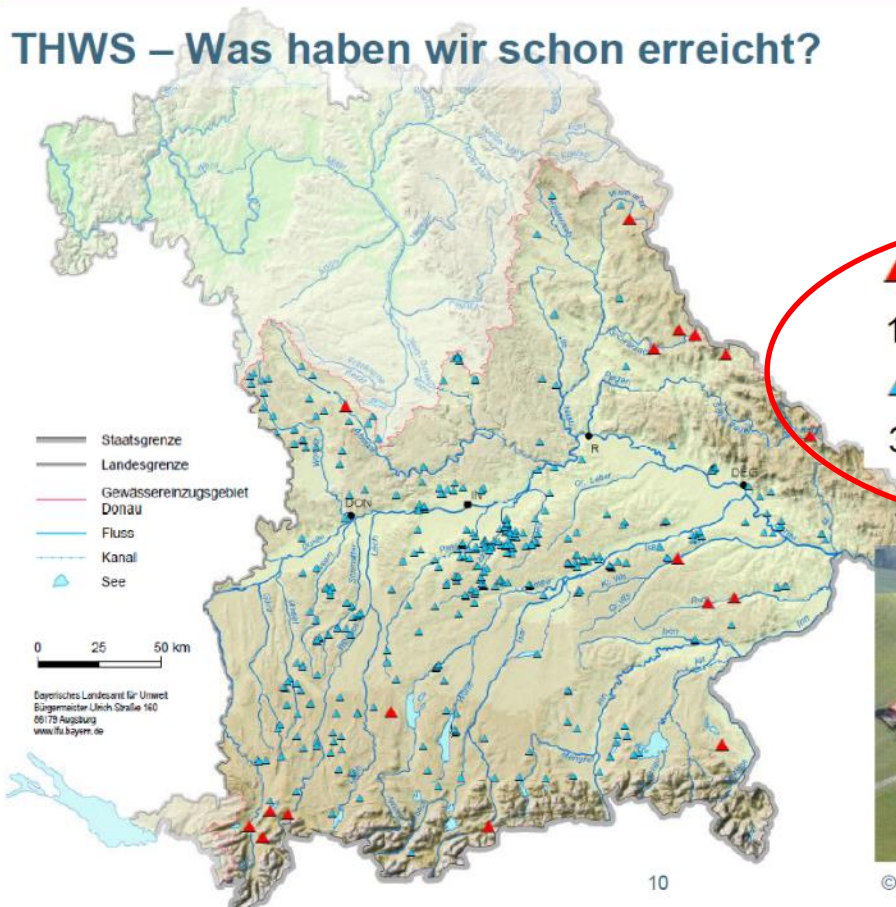
Hochwasserschutz - AP 2020plus



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



THWS – Was haben wir schon erreicht?

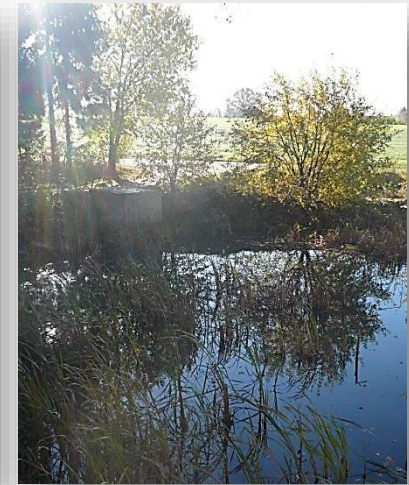


- ▲ Staatliche Wasserspeicher
17 -> 140 Mio m³ RH-Raum
- ▲ Hochwasserrückhaltebecken
383 -> 25 Mio m³ Stauraum



© 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)

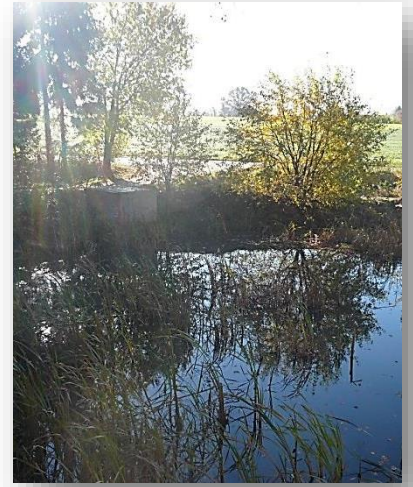
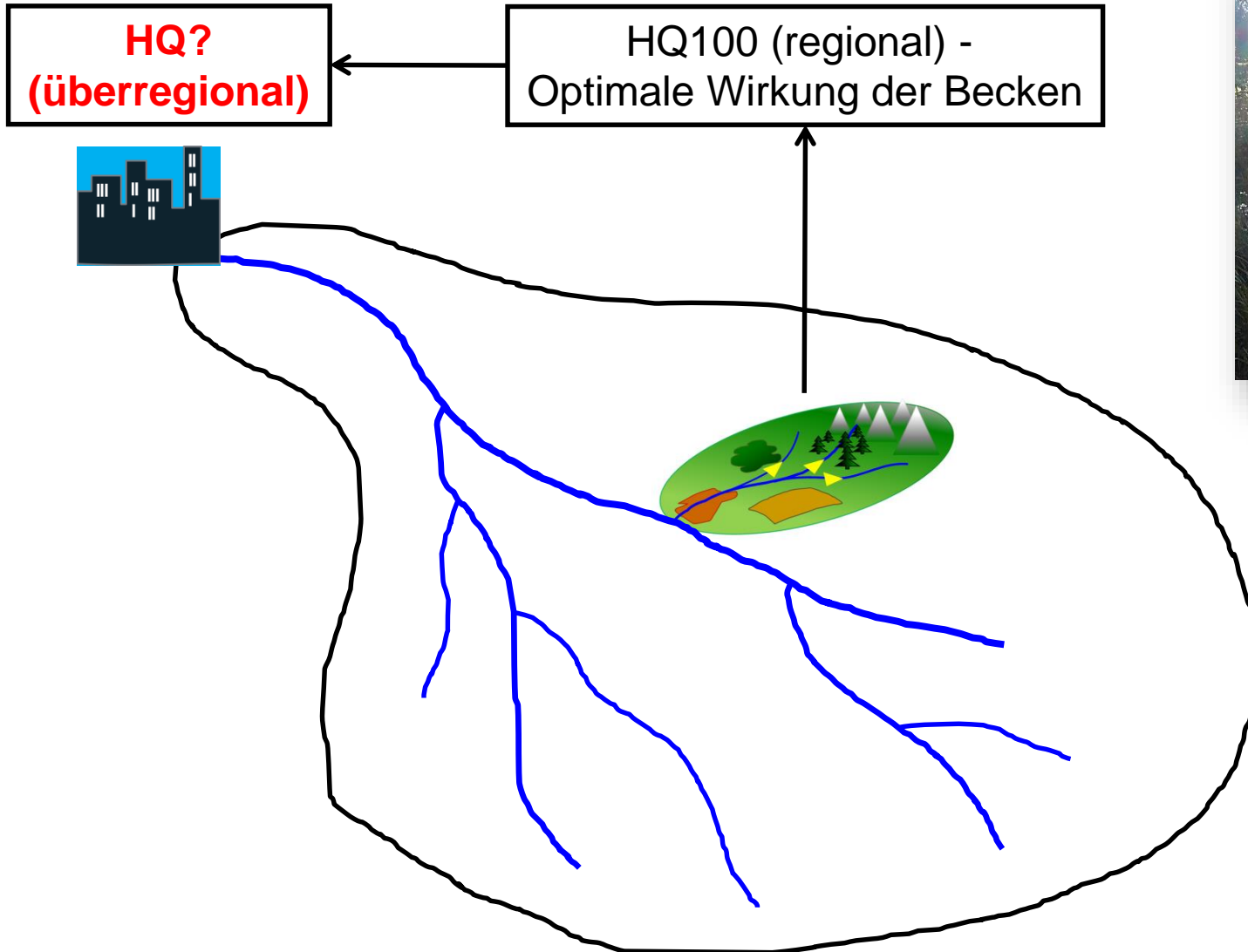
Maßnahmen am Gewässer
(linienförmig und punktuell)

Kleine Rückhalte

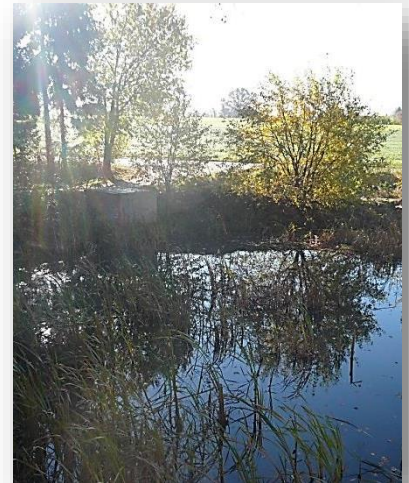
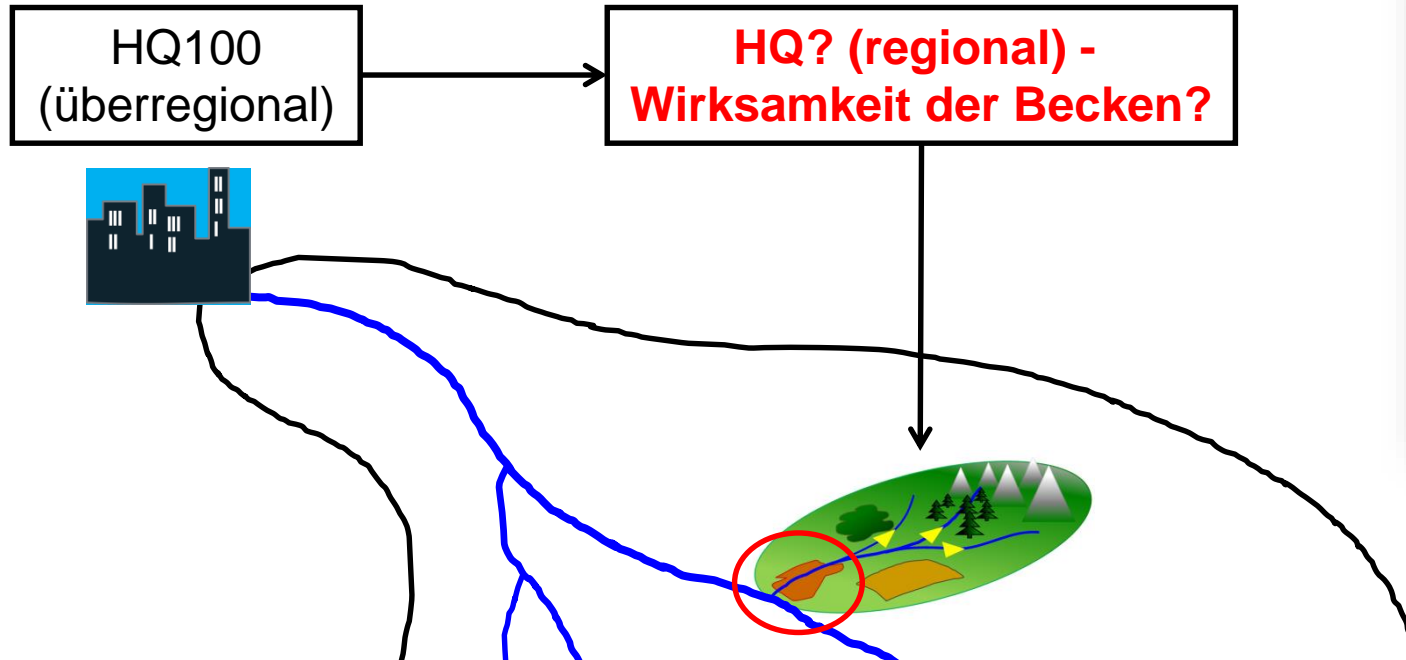
Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015



Regionale und überregionale Wirkung



Regionale und überregionale Wirkung

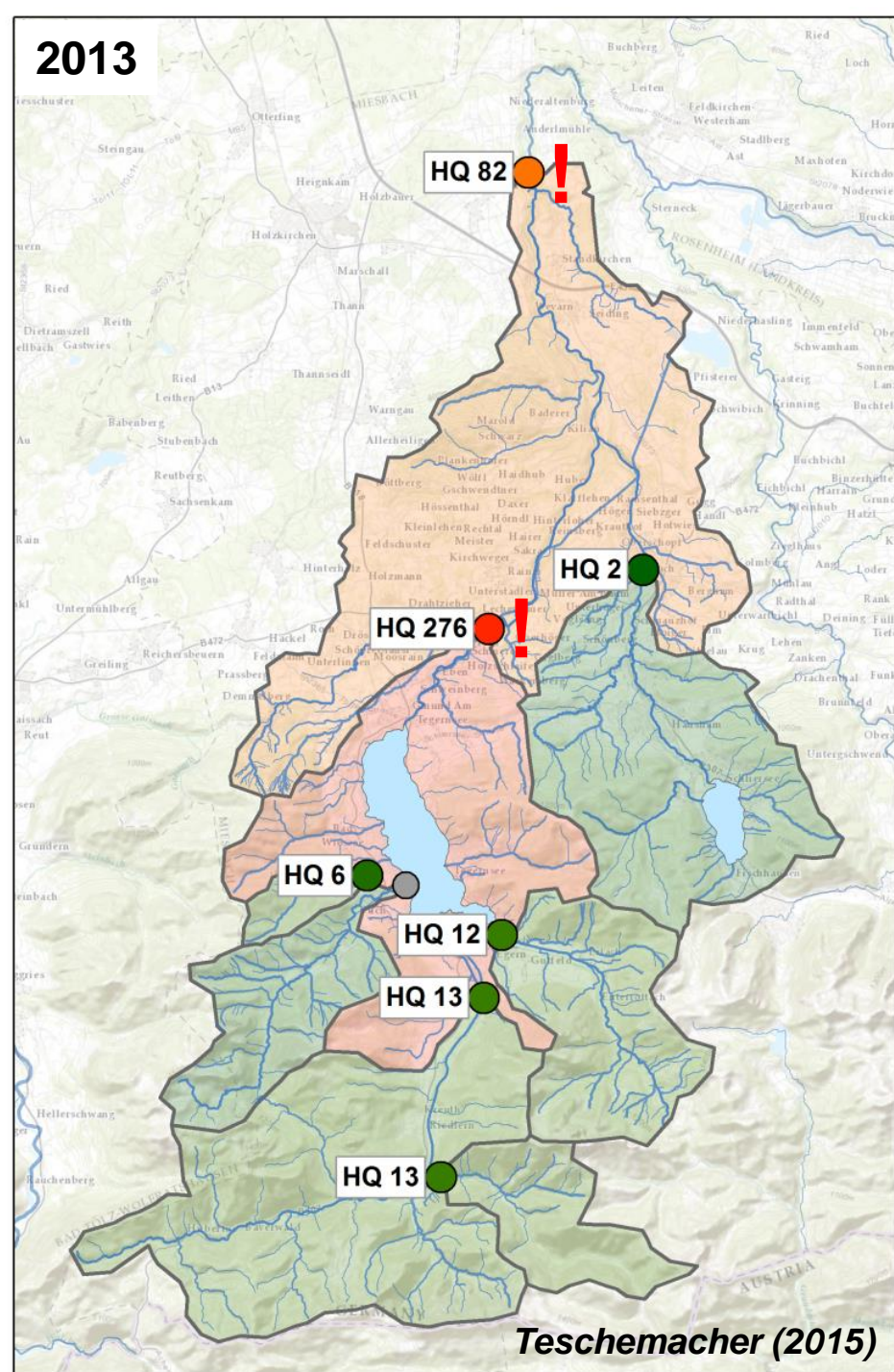


Regionale Wirksamkeit der Becken in Abhängigkeit der Bemessung und des Ereignisses (Beispiel Windachgebiet, 65 km²):

Ereignis	Abflussscheitel	Scheitelabminderung in %	
	m ³ /s	Optimiert auf HQ10	Optimiert auf HQ100
HQ10_a	20,7	13,8	2,5
HQ100_a	42,9	6,2	9,5

Regionale und überregionale Wirkung

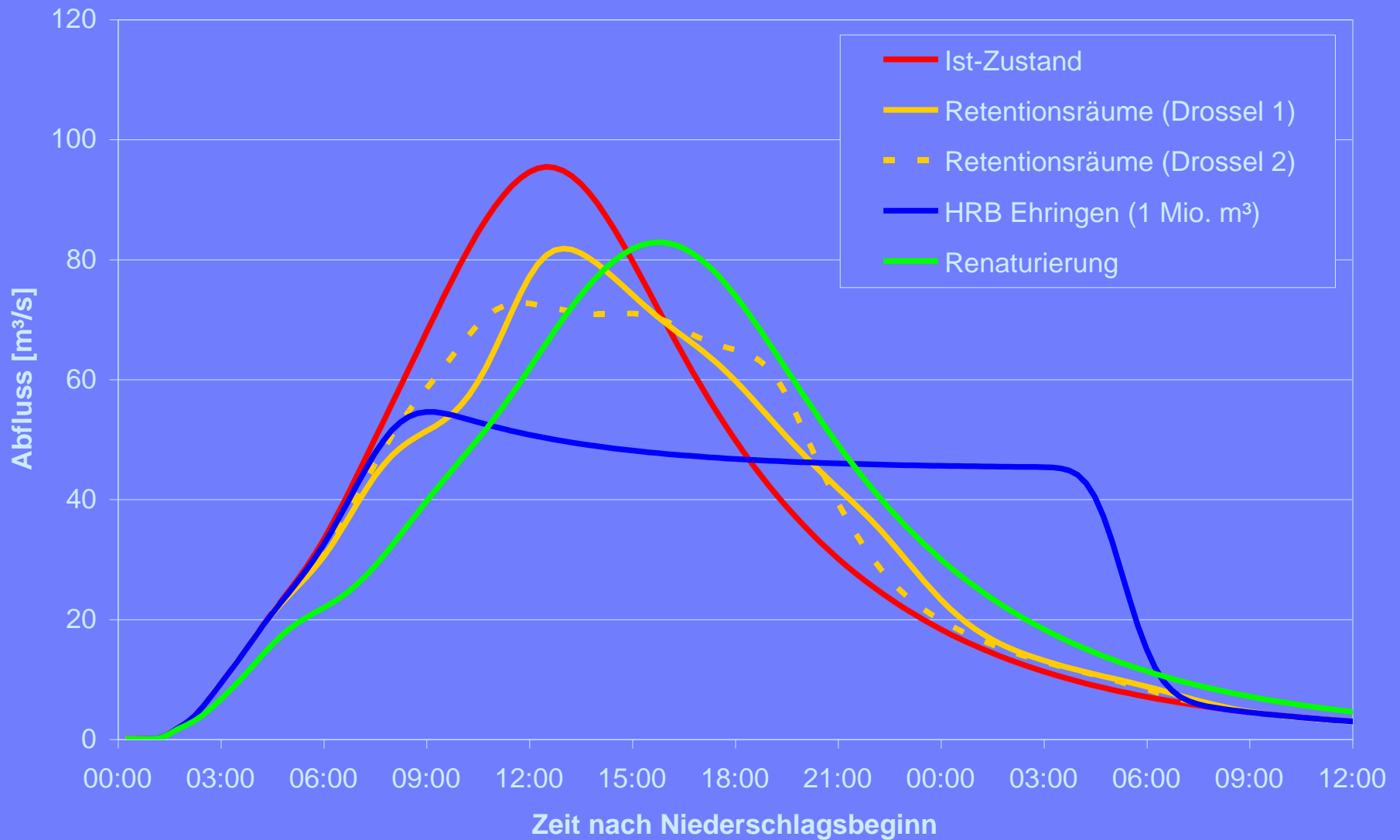
**Beispiel Mangfall
(Pegel Valley, 387 km²)**



Welle HQ₁₀₀ bei 150 km²

Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015

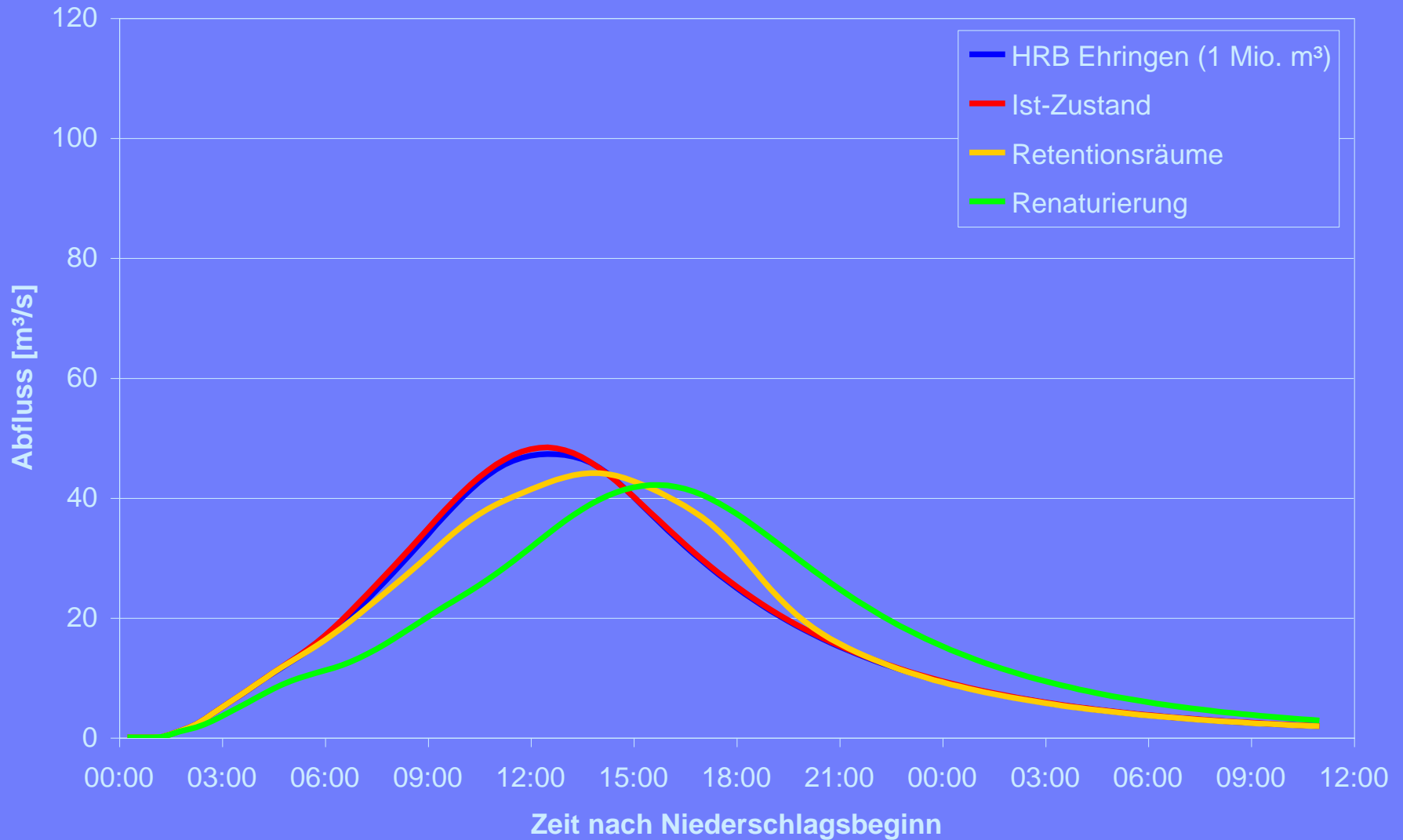
Einzugsgebiet: Erpe/Nordhessen



Welle HQ₁₀ 150 km²

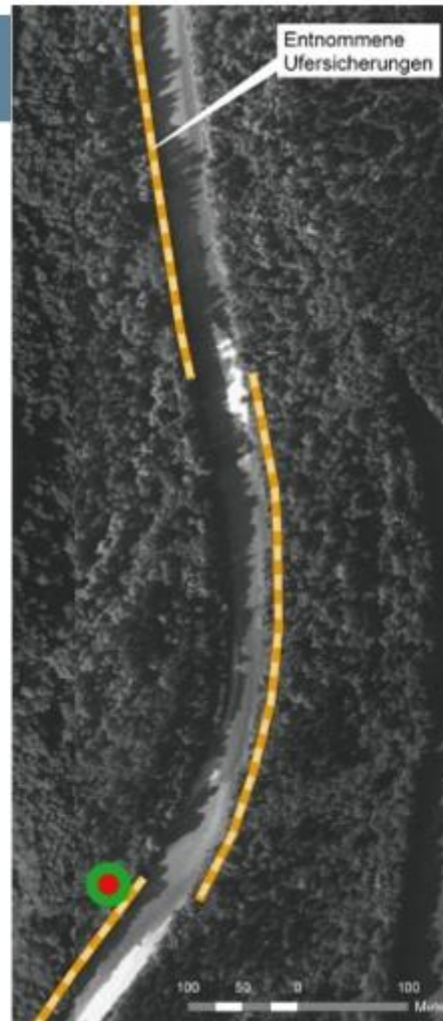
Quelle: Vortrag Röttcher, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015

Einzugsgebiet: Erpe/Nordhessen



Natürlicher Rückhalt

**BEISPIEL:
Renaturierung Isar**



Natürlicher Rückhalt

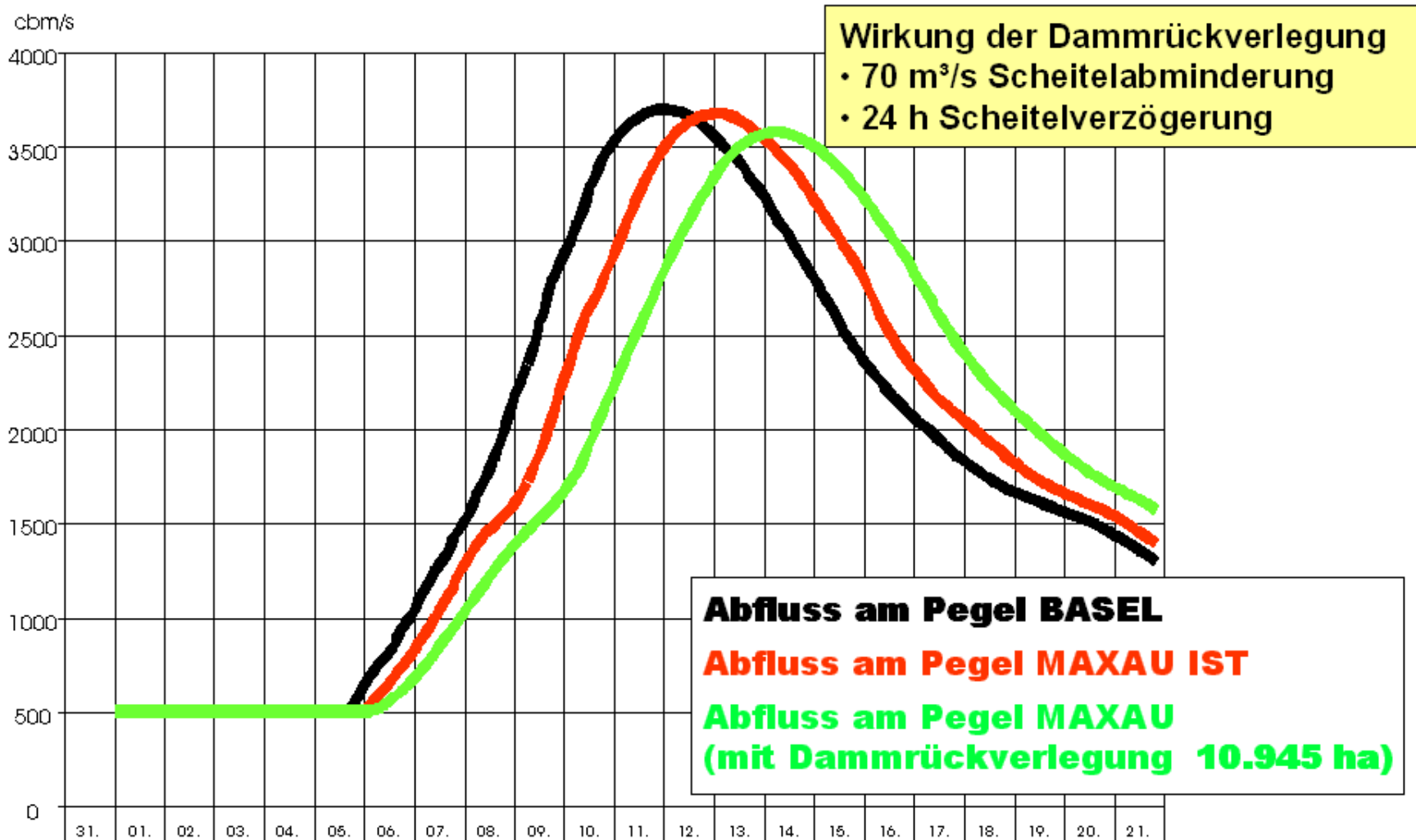


Vergleichsberechnung: HW-Welle

Quelle: Vortrag Bernhart, Diskussionsforum
Hochwasserdialog 08.10.2015

ca. 4,5 Tage über 3000 m³/s

Quelle: Homagk, LfU Karlsruhe, 2005

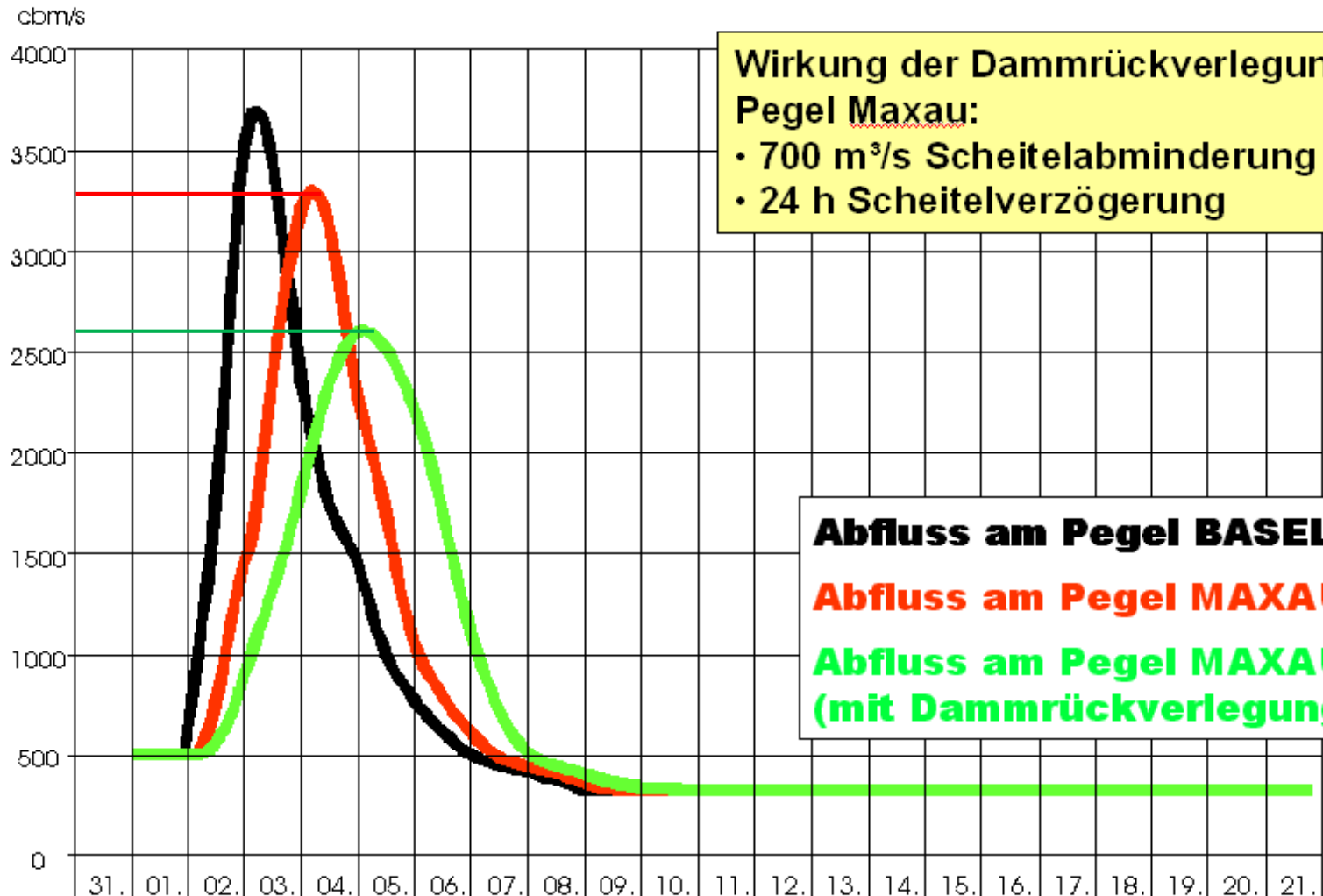


Vergleichsberechnung: HW-Welle

Quelle: Vortrag Bernhart, Diskussionsforum
Hochwasserdiallog 08.10.2015

ca. 1 Tag über 3000 m³/s

Quelle: Homagk, LfU Karlsruhe, 2005

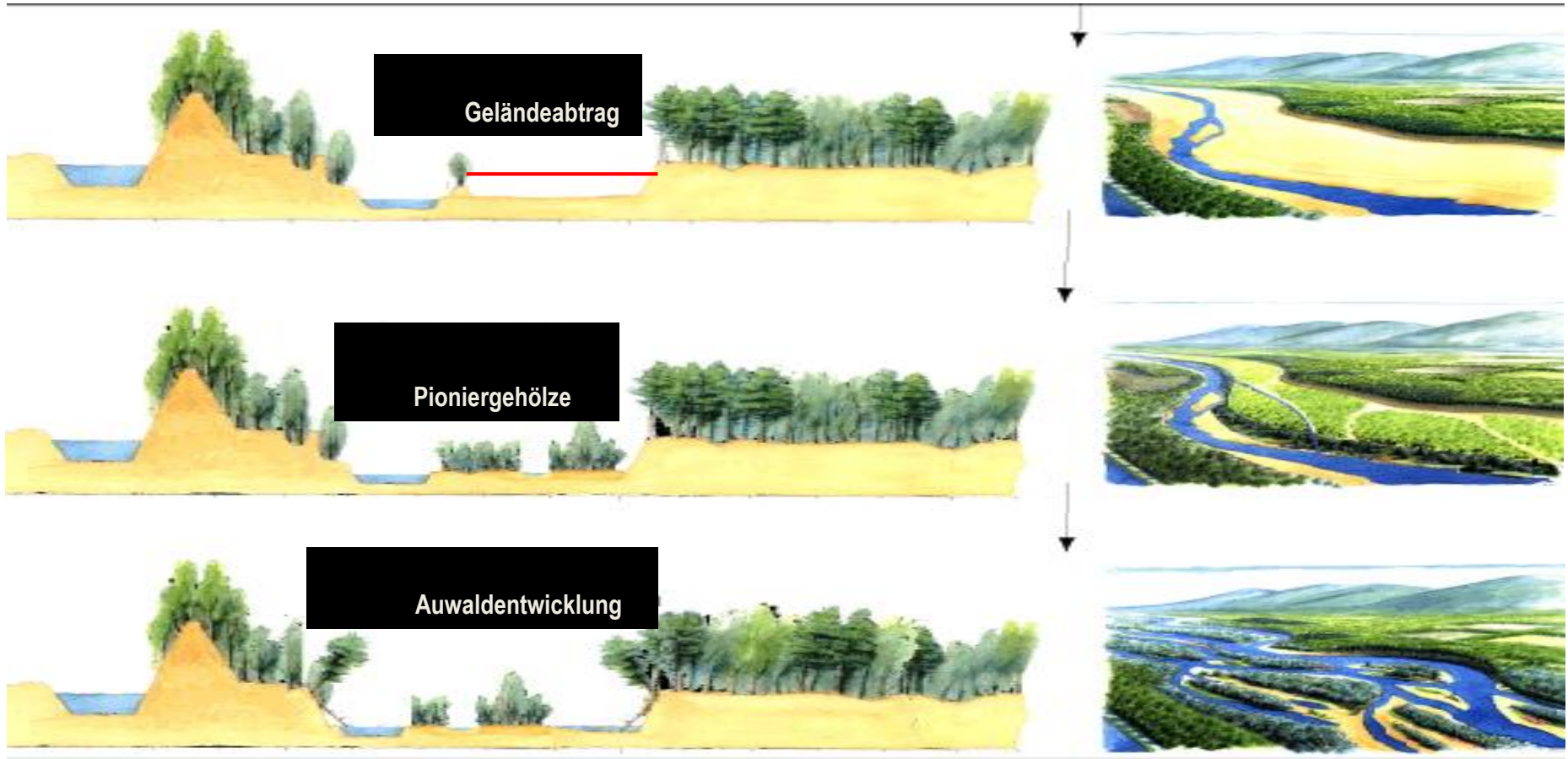


Wirkung der Dammrückverlegung am Pegel Maxau:

- 700 m³/s Scheitelabminderung
- 24 h Scheitelverzögerung

Abfluss am Pegel BASEL
Abfluss am Pegel MAXAU IST
Abfluss am Pegel MAXAU (mit Dammrückverlegung 10.945 ha)

Geplante Entwicklungsschritte



Deichrückverlegung bei Lenzen: Elbe-km 477 - 484



BAW Heft 97,
Titel



BAW Heft 97, S.
113

Staufstufenbewirtschaftung

Steuerung wasserwirtschaftlicher Systeme

Talsperren



Staufstufenketten

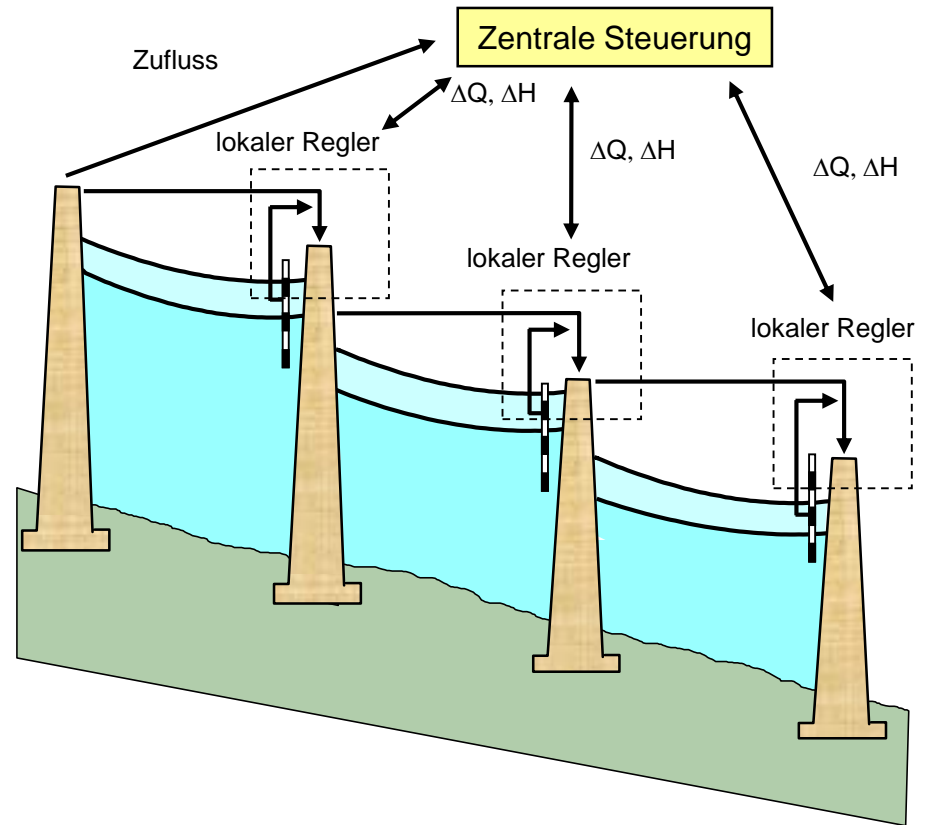


Bewässerungskanäle



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

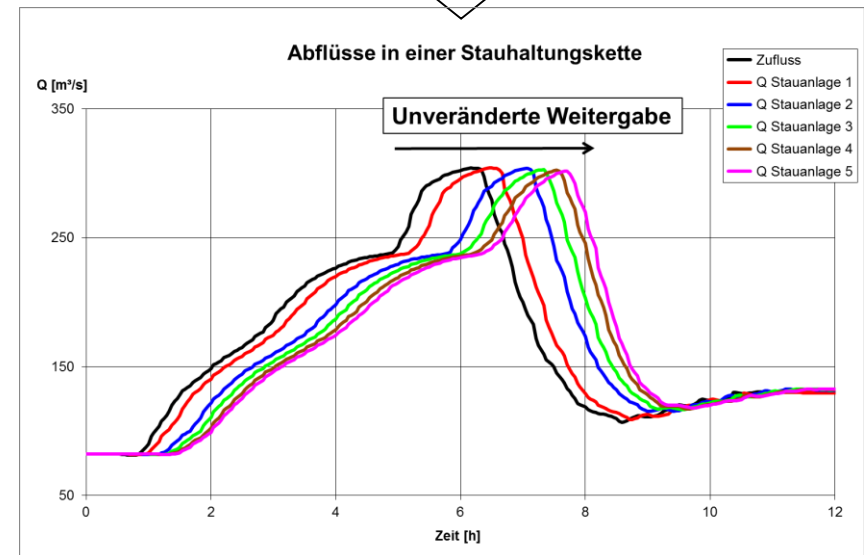
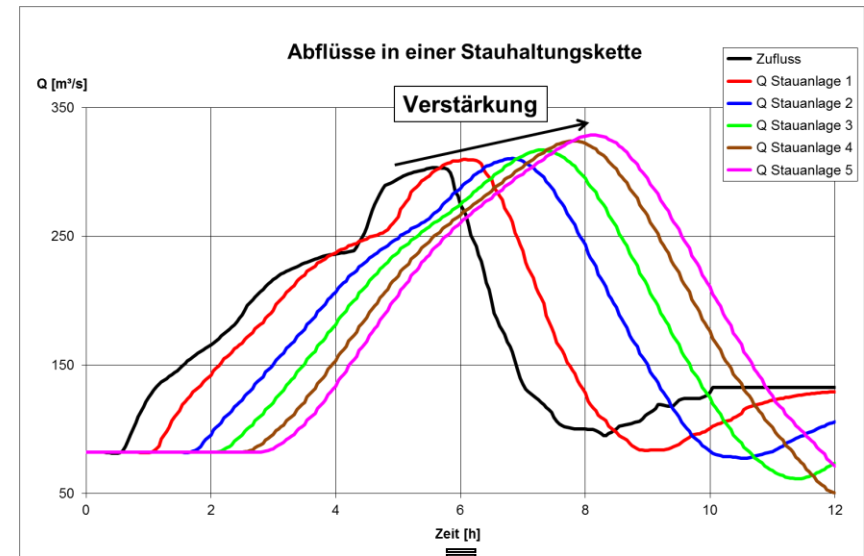


Hochwassersteuerung

Prinzipieller Ansatz (Hochwasser):

- 1) Vermeidung einer Aufsteilung
- 2) Dämpfung einer Welle

Zu 1):
nahezu „Pflicht“, Berücksichtigung von
Störgrößenaufschaltung (Zuflüsse)



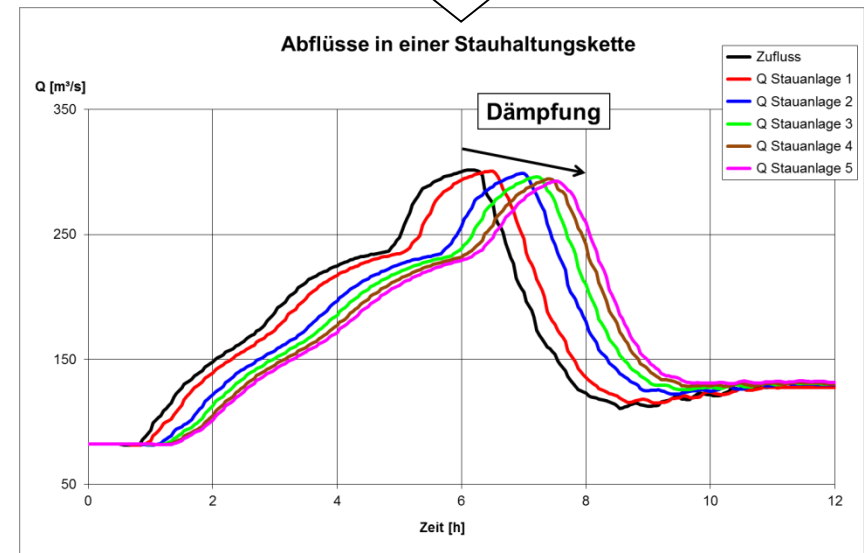
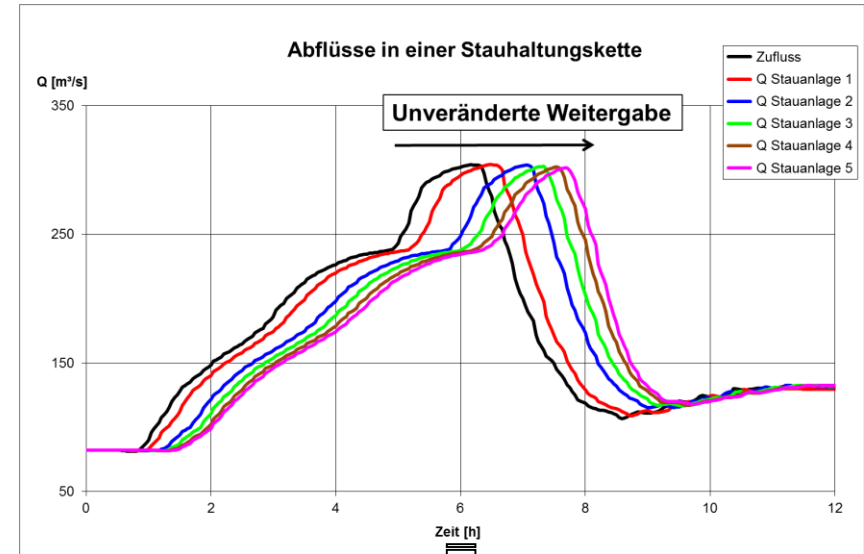
Hochwassersteuerung

Prinzipieller Ansatz (Hochwasser):

- 1) Vermeidung einer Aufsteilung
- 2) Dämpfung einer Welle

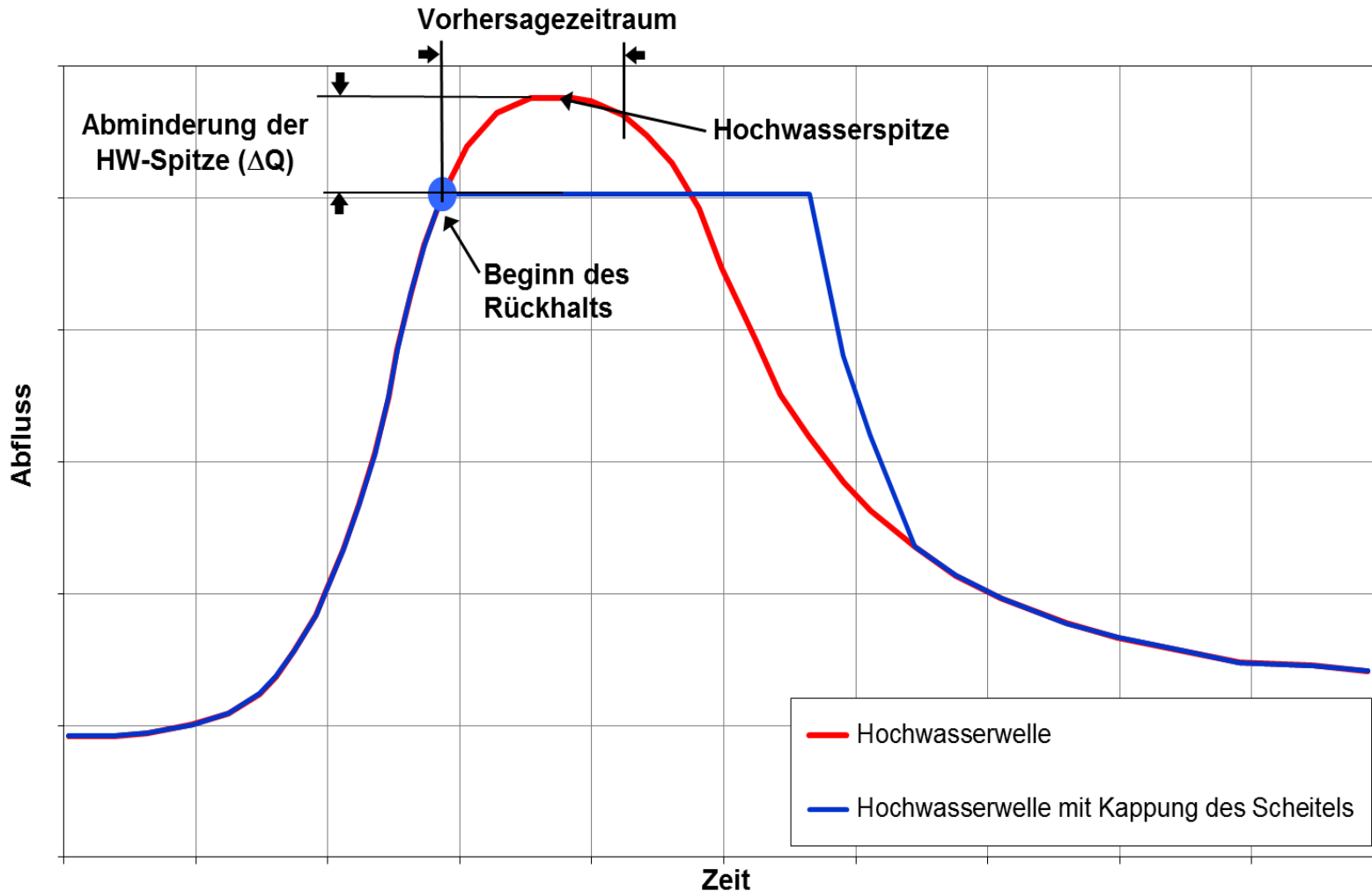
Zu 1):
nahezu „Pflicht“, Berücksichtigung von
Störgrößenaufschaltung (Zuflüssen)

Zu 2):
Speicher- und Retentionsvolumina
erforderlich, Kappung der Spitze,
Gute Vorhersage erforderlich



Kappung des Hochwasserscheitels

Prinzip: Adaptive Steuerung; Einlagerung von Volumen im Speicher, Kappung der Spitze, Speichervolumen und gute Vorhersage erforderlich



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

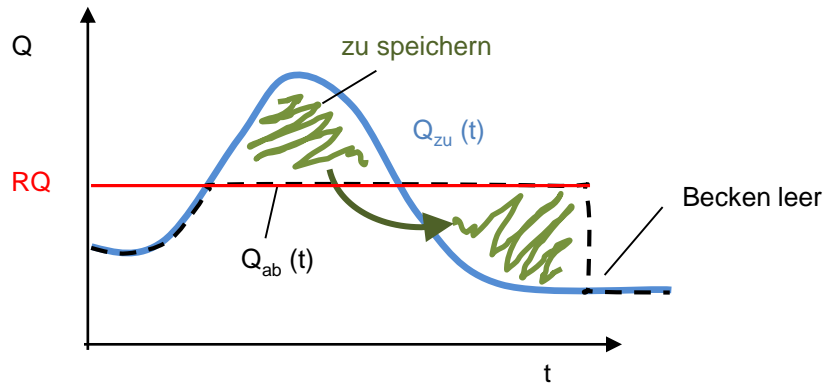
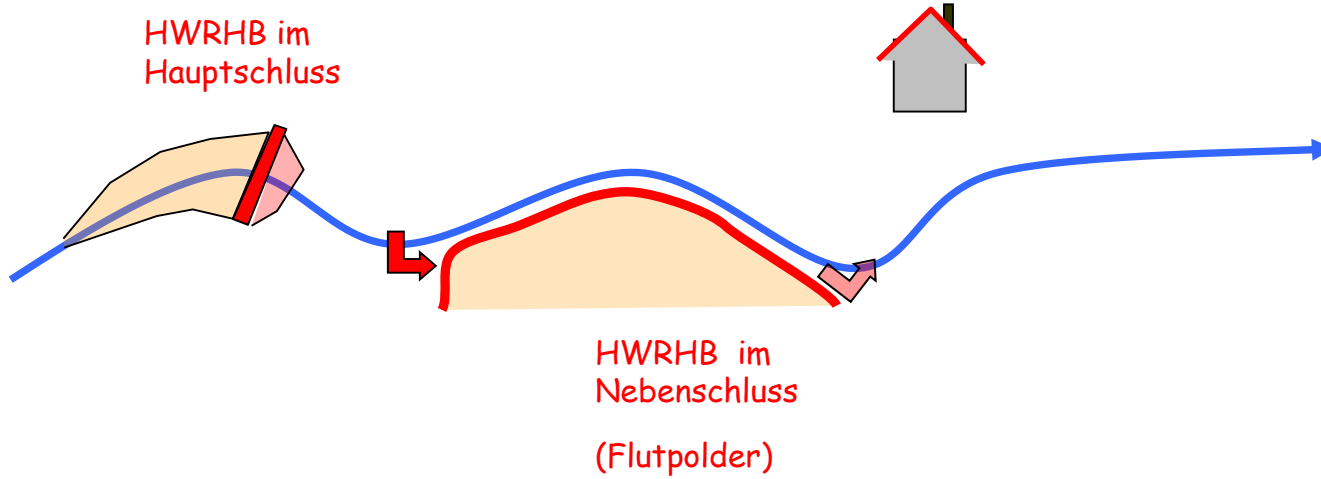
Das Problem: Extrem-Hochwässer: Oberwasser fast gleich Unterwasser



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

Rückhalt - Polder

Rückhalt im Hauptschluss





Poldereinlauf

Binnenpolder:
0,8 Mio. m³

Polderauslauf

Polder Weidachwiesen
gesamt 6,3 Mio. m³

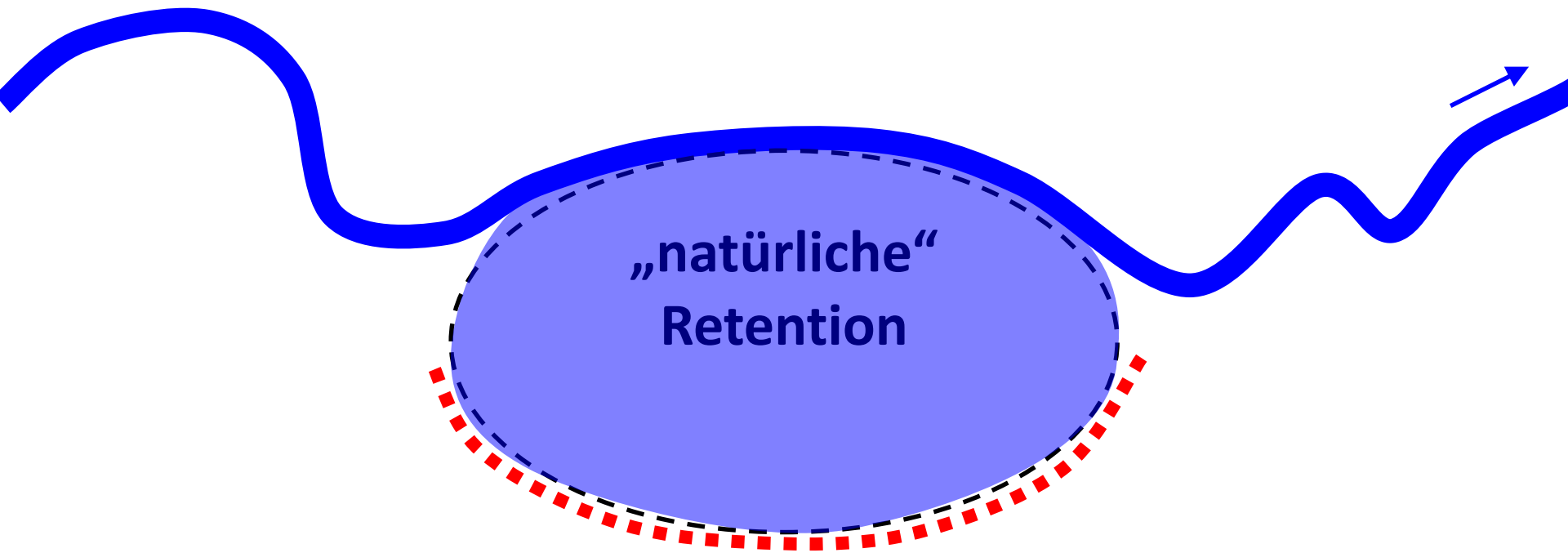
Flutpolder Weidachwiesen, Nr. 1 in Bayern !

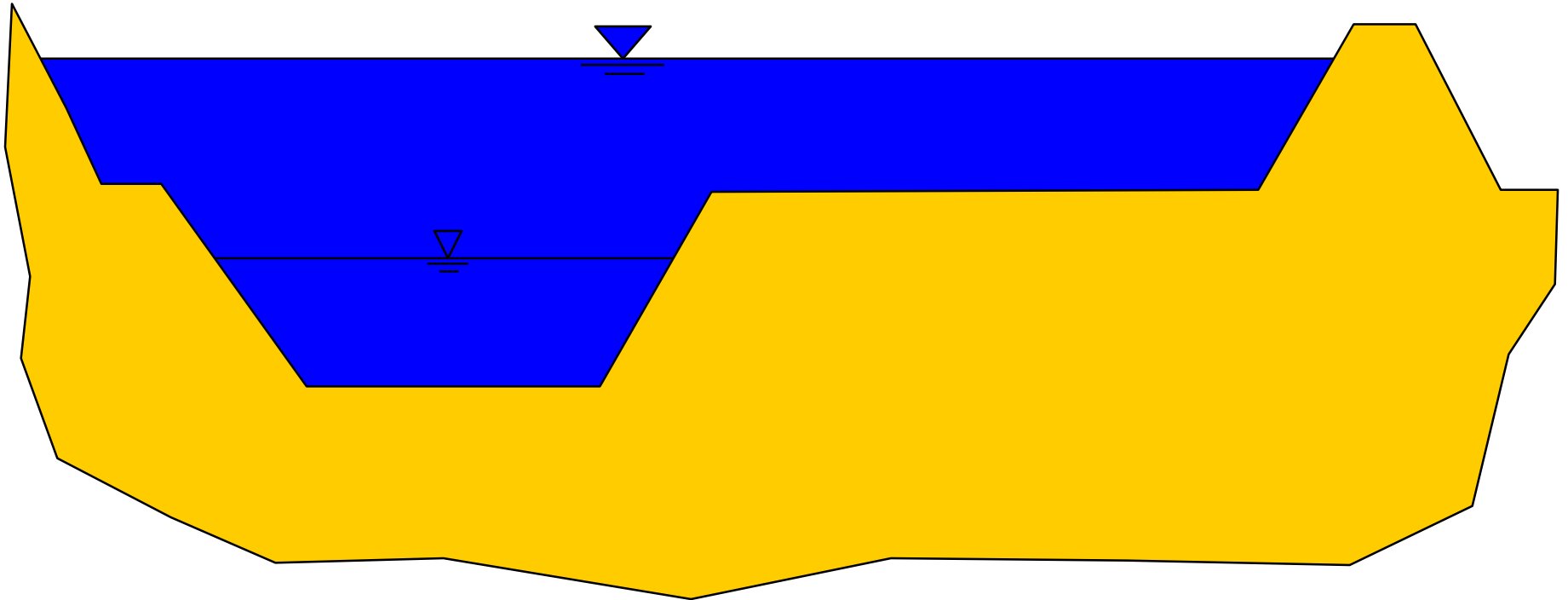
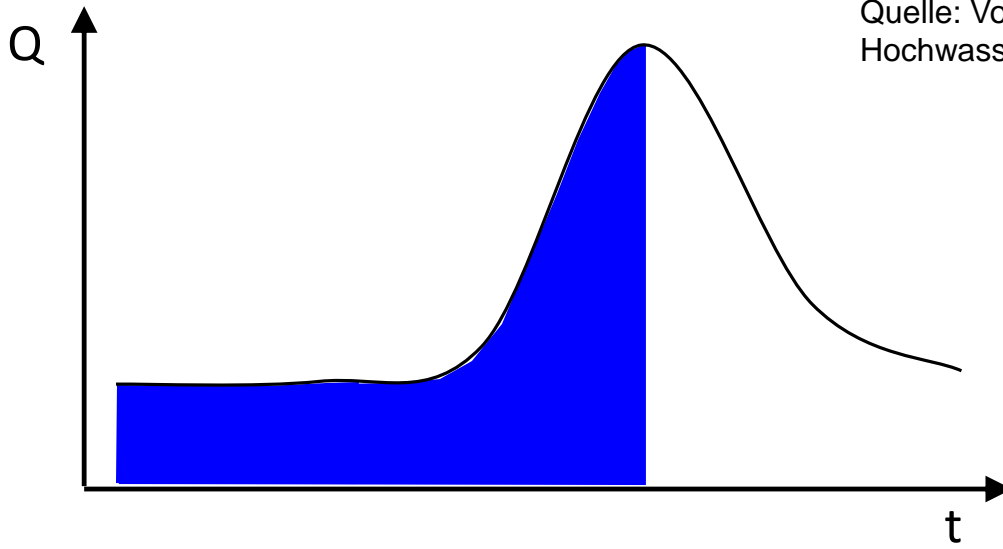
Beispiel

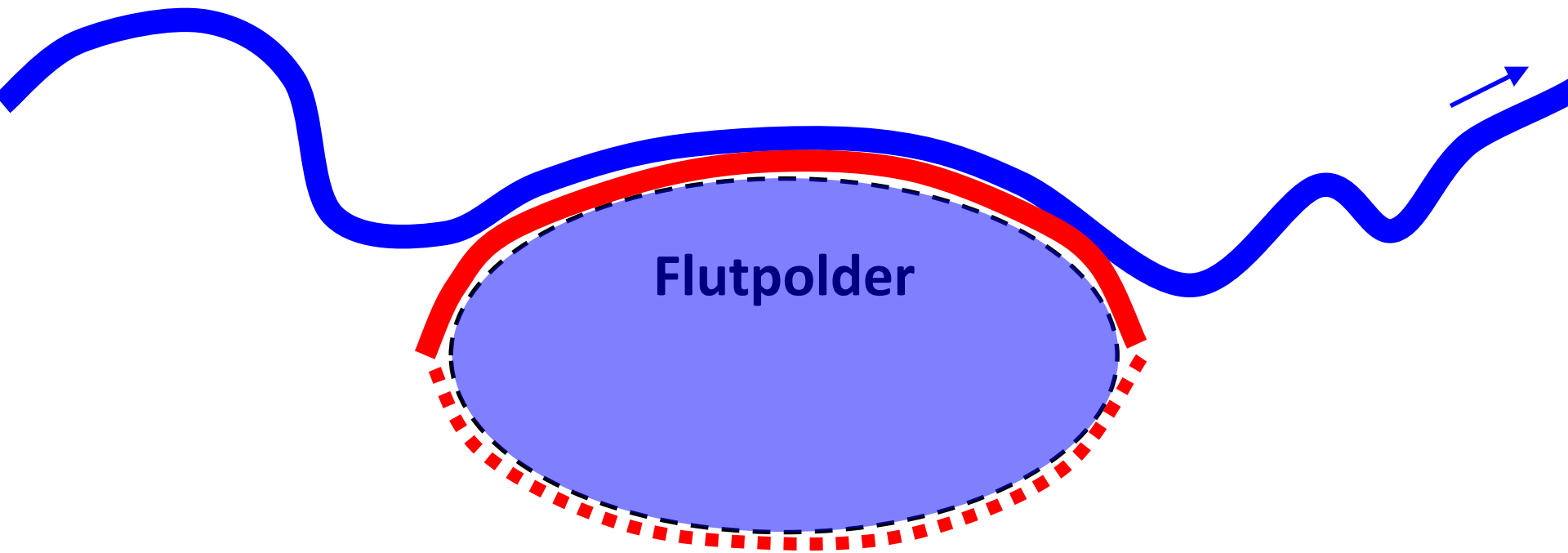
Polder Altenheim, Baden-Württemberg

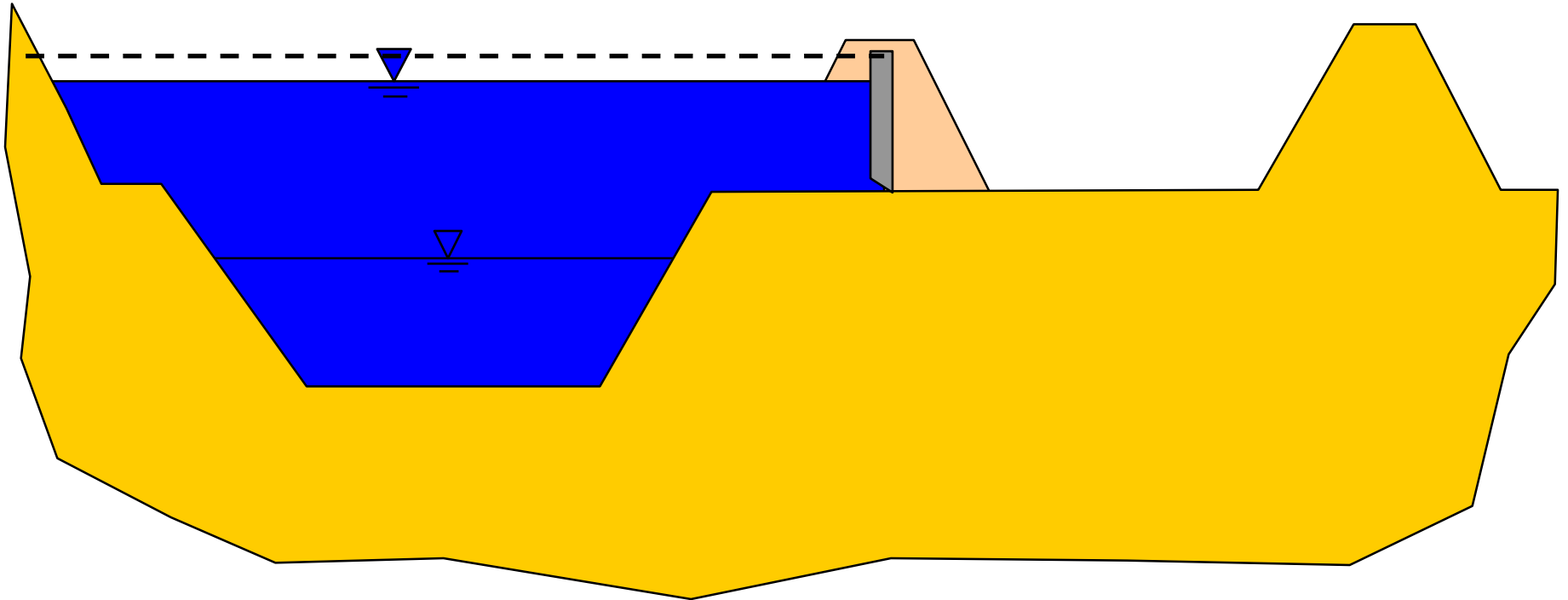
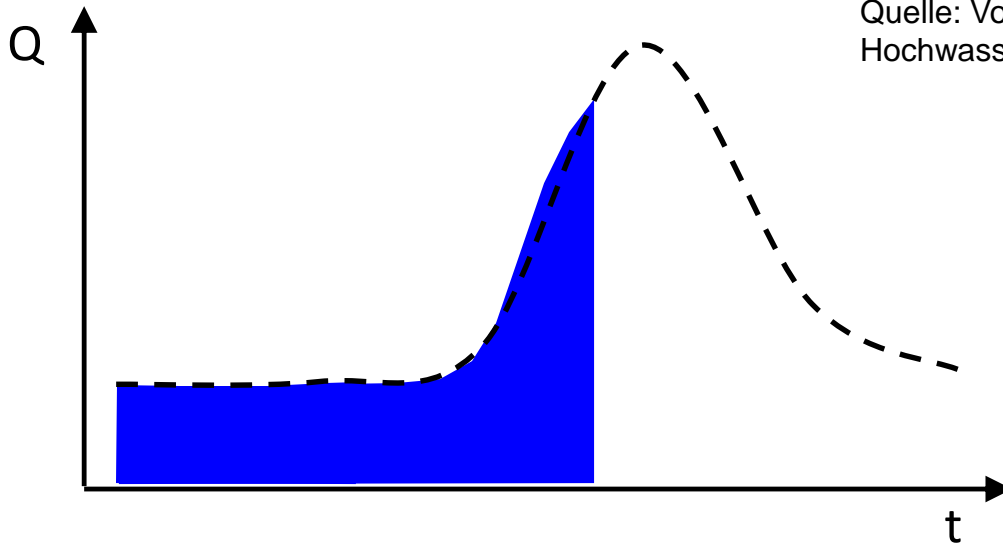


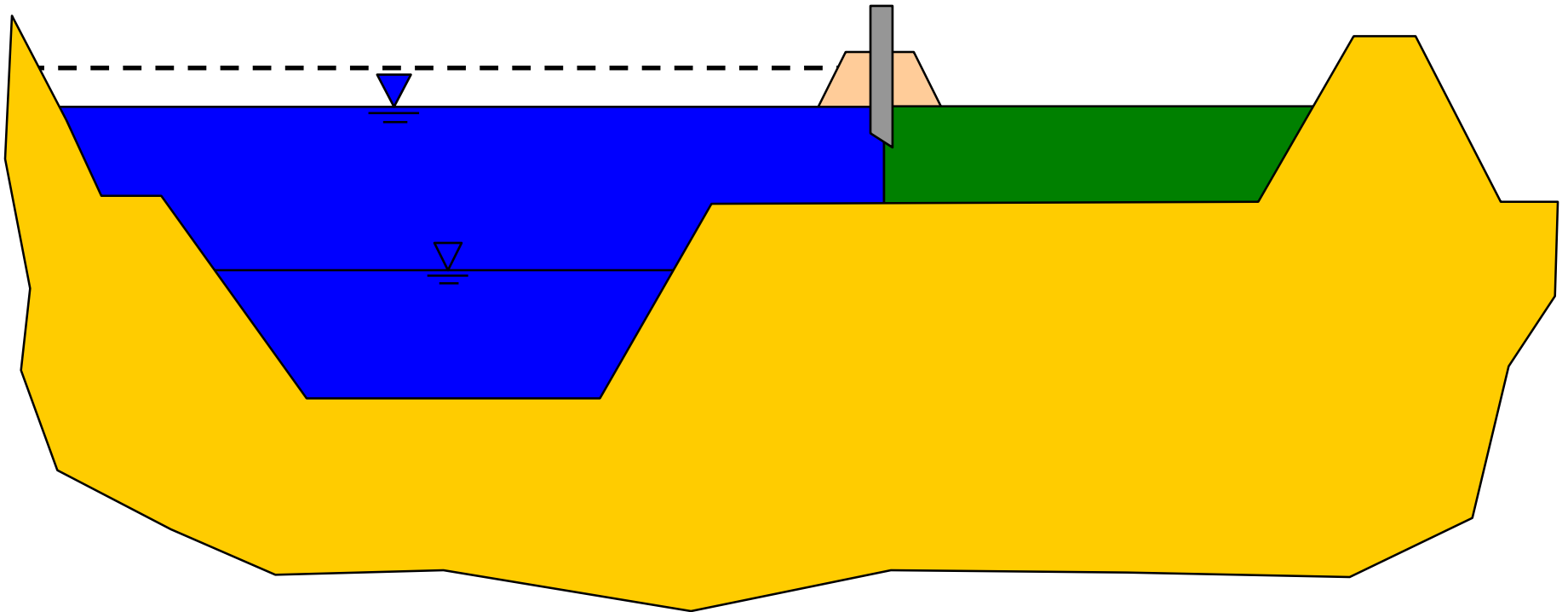
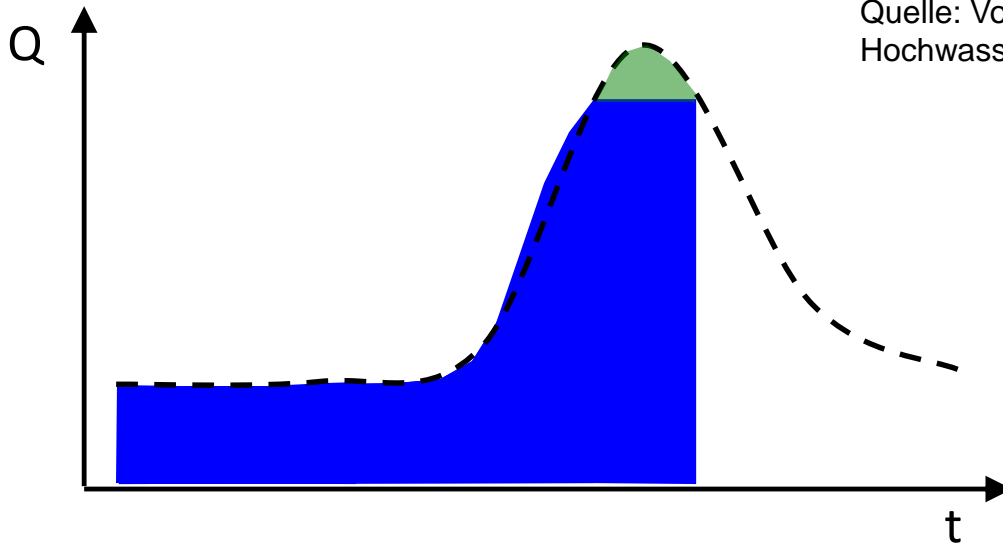
Quelle: Vortrag Aufleger, Diskussionsforum
Hochwasserdiallog 08.10.2015

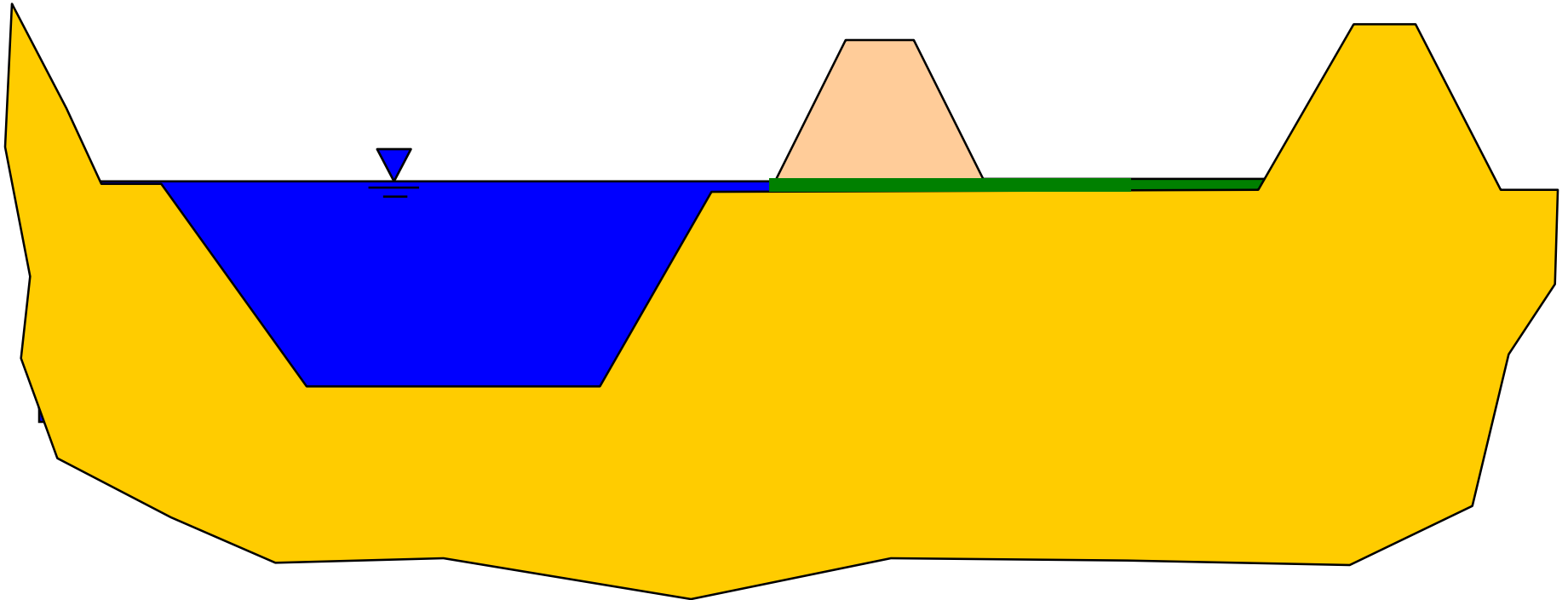
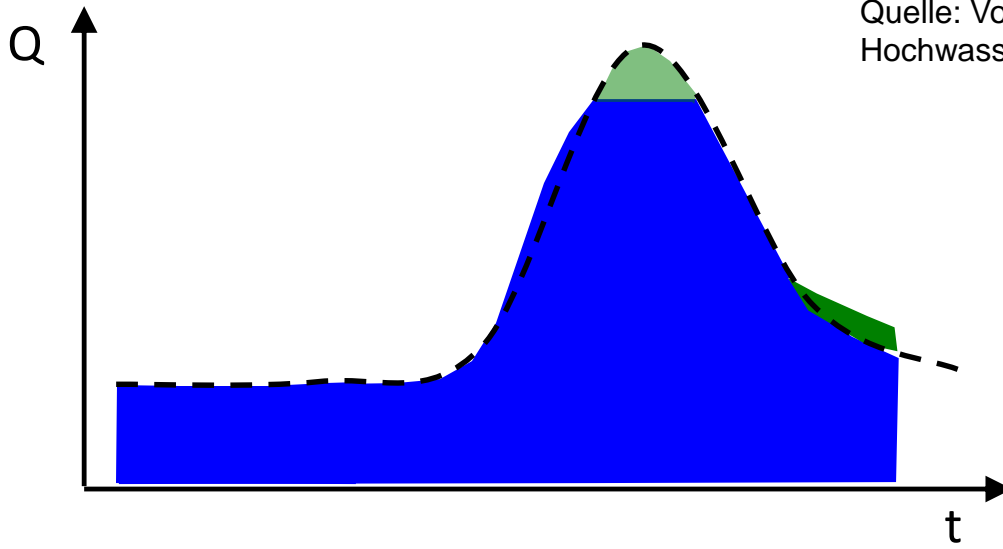






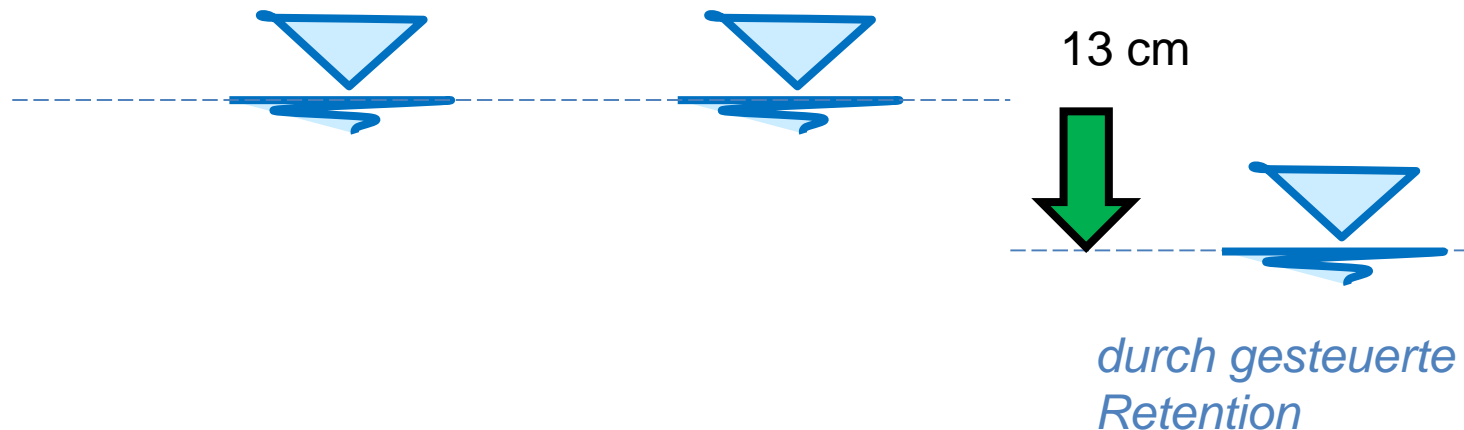






Vergleich der Varianten

	Regulierte Fluss	Deichrückverlegung	Gesteuerter Polder (10 Mio ³ Volumen)
Abfluss max.	2800 m ³ /s	2800 m ³ /s	2800 ³ /s Gerinne: ca. 2680 m ³ /s Polder: 120 m ³ /s
Freibord (Bereich Siedlungsgebiet - (bei maximalen Wasserstand)	0.44 m	0.44 m	0.57 m



In aller KÜRZE

- 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
--	----------	------------------