



Staustufenmanagement und seine Effekte für den Hochwasserschutz

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald

Diskussionsforum
„Rückhaltesysteme und deren Wirkung im Vergleich“

Regensburg
8. Oktober 2015

Steuerung wasserwirtschaftlicher Systeme

Talsperren



Staustufenketten

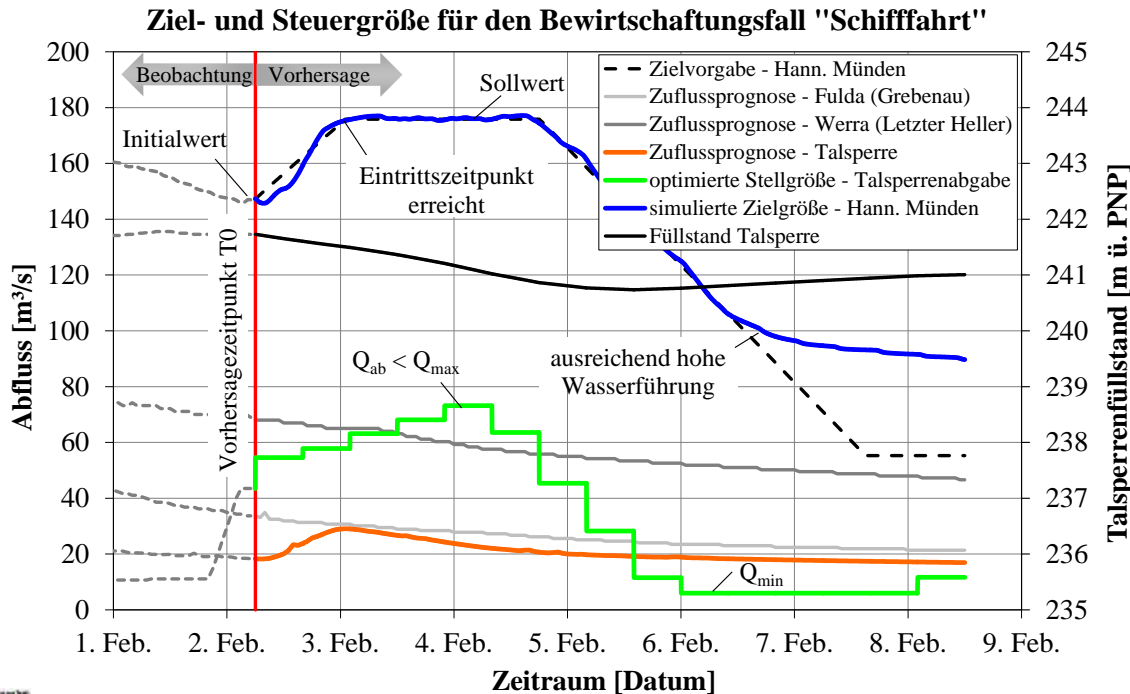
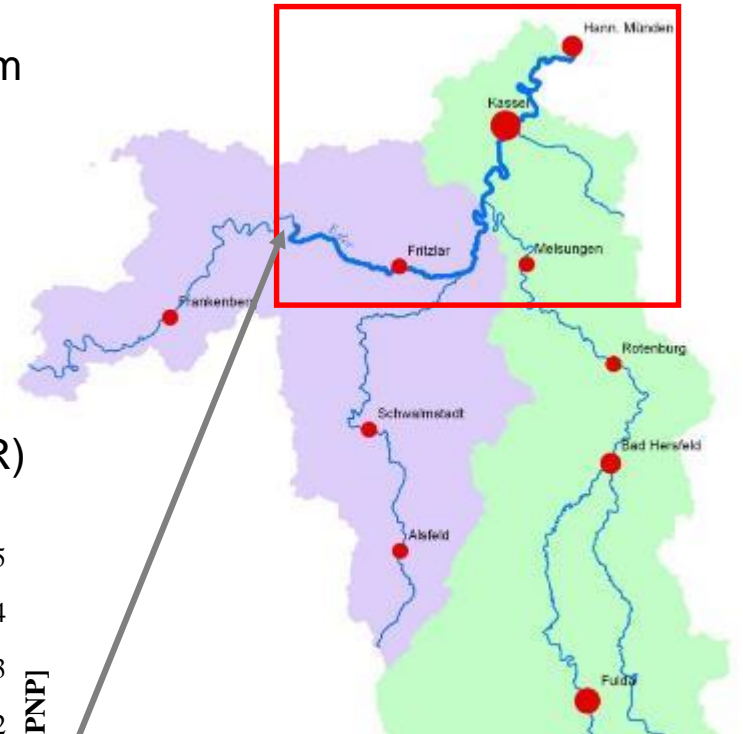


Bewässerungskanäle



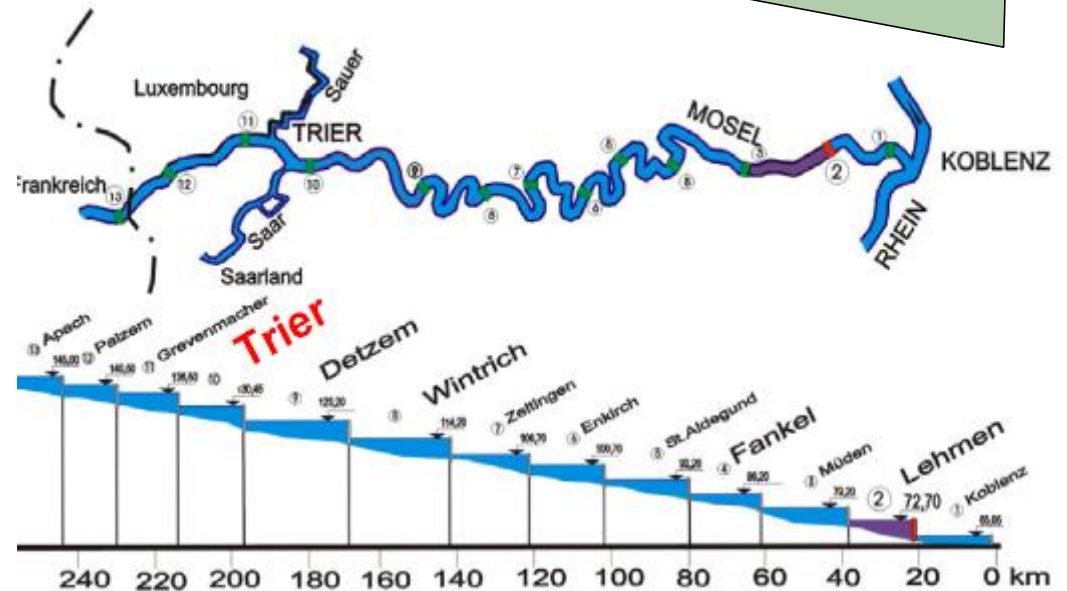
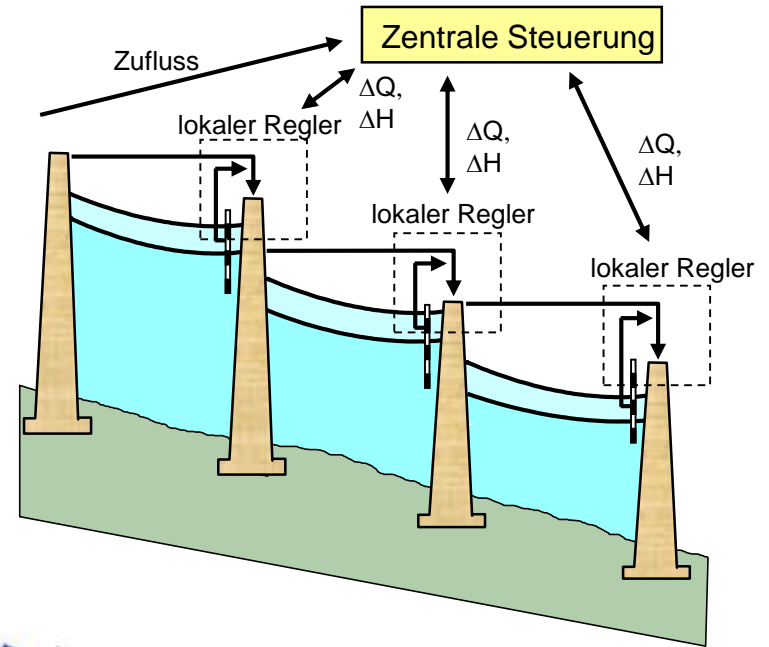
Betrieb von Talsperren

- Ziel: Ermittlung einer bestmöglichen Abgabestrategie im operationellen Betrieb
- Hohe Speichervolumina verfügbar
- Berücksichtigung von Bewirtschaftungsregeln, Nutzungsanforderungen (Hochwasser, Niedrigwasser, Schifffahrt, Wasserkraft, Tourismus...), Systemrandbedingungen und Vorhersagedaten
- Wellenablaufverfahren und Optimierungsansätze (MPR)

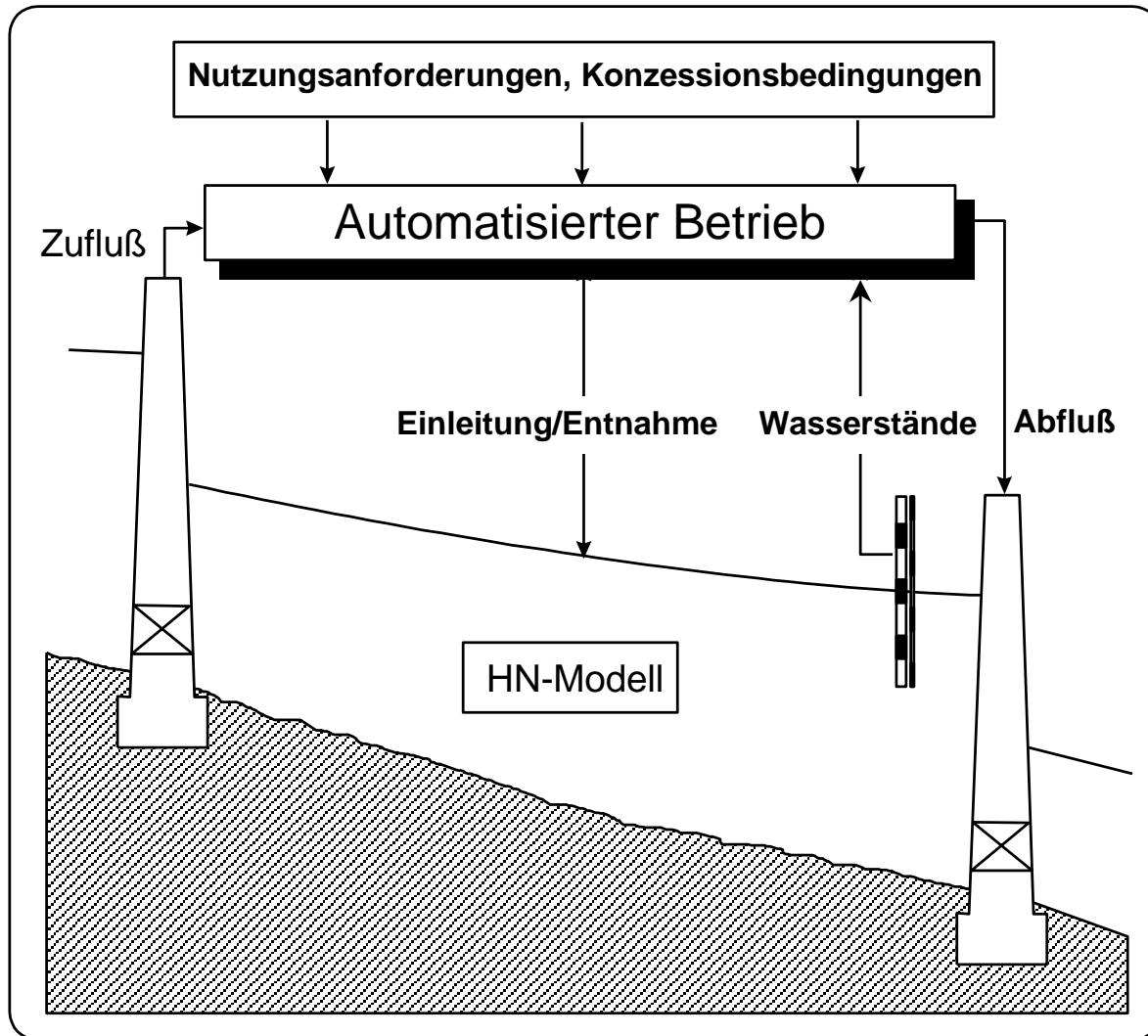


Betrieb einer Staustufenkette

- Verschiedener Nutzungsanforderungen:
Schifffahrt - Wasserkraft
- Geringe Speichervolumina in Relation zum Abfluss
- Hohe Dynamik



Simulationsprogramm

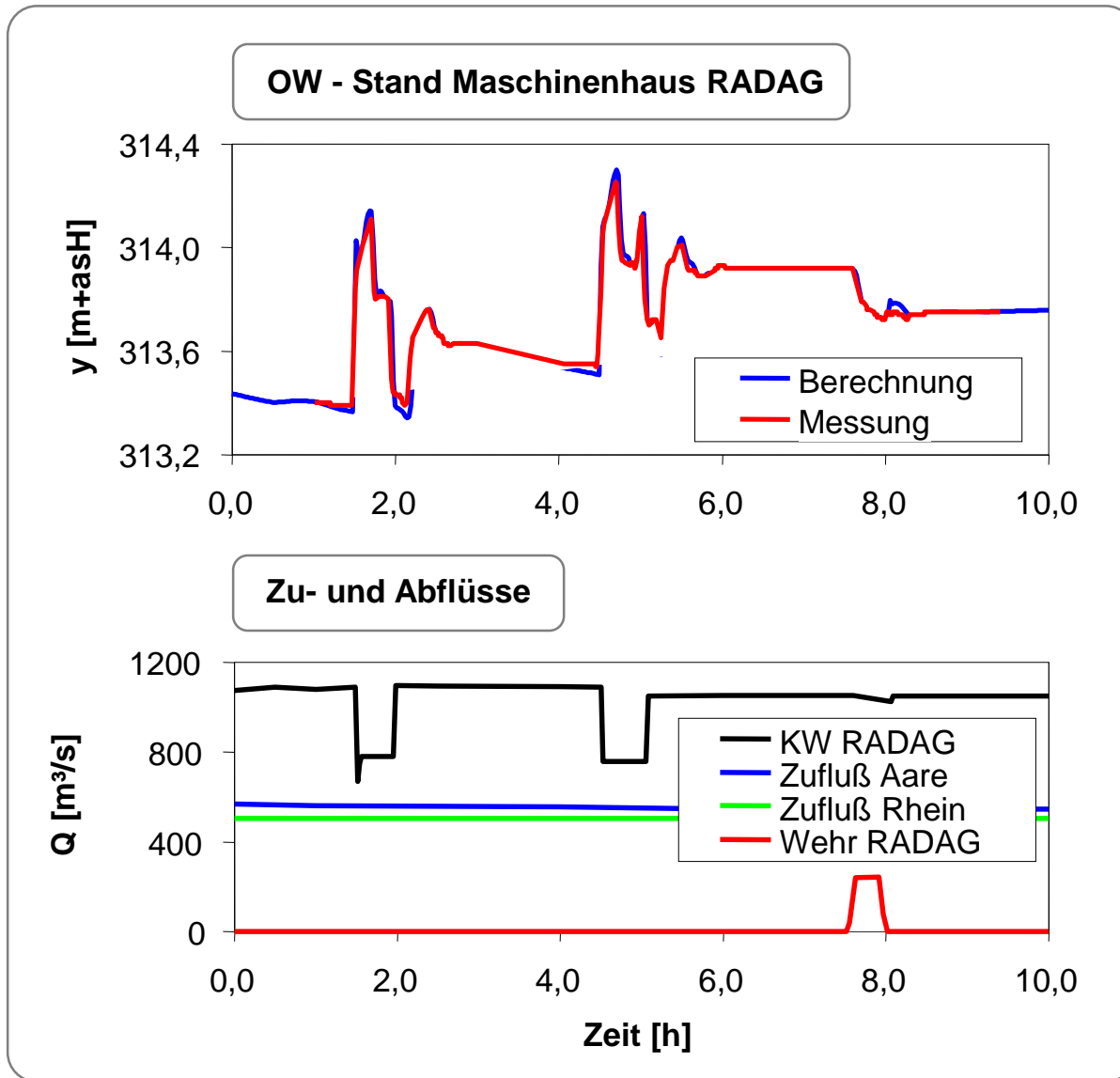


- Simulation der Abflussverhältnisse
- Betrieb der Kontrollbauwerke

Untersuchung RADAG



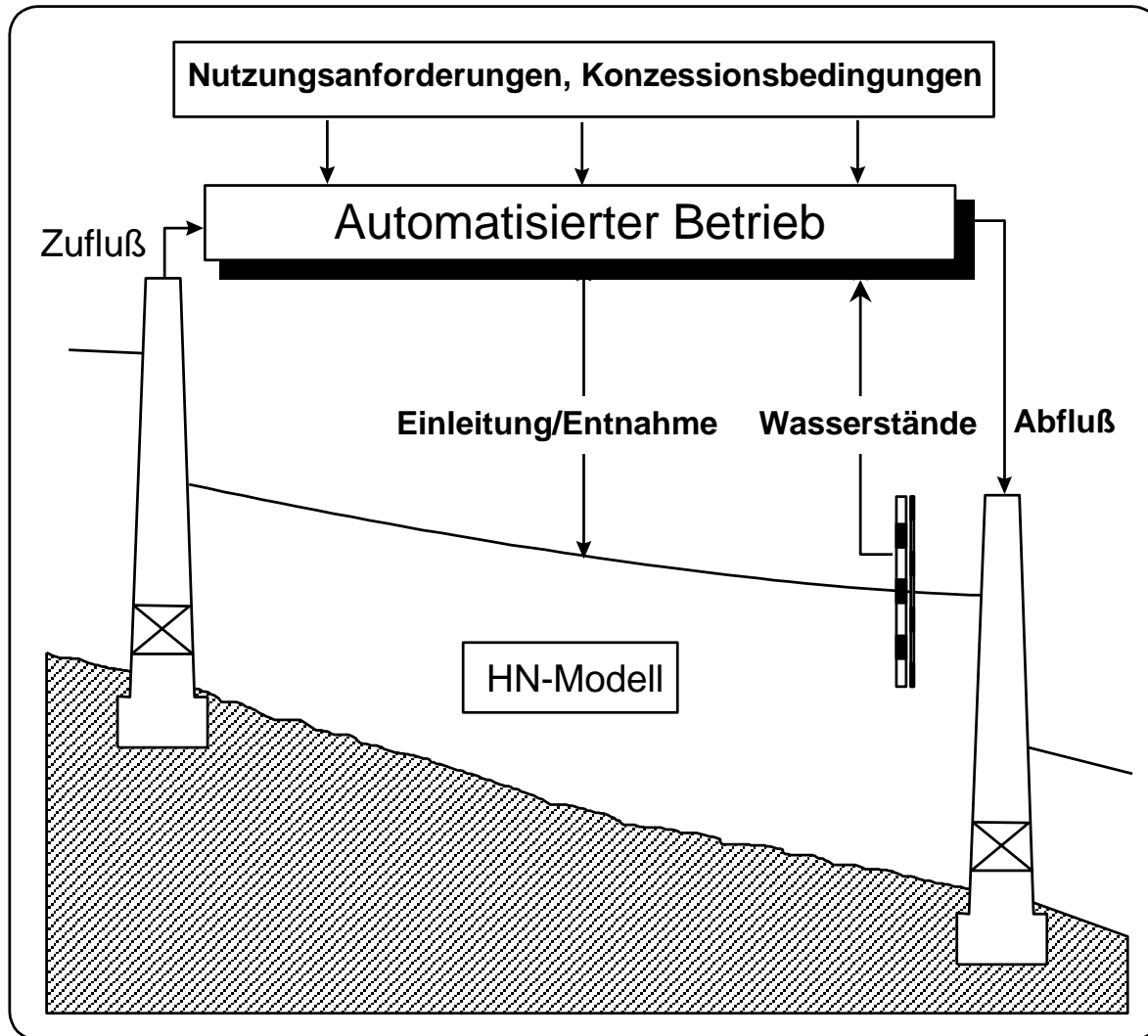
Modellvalidierung (HN-Modell)



- Eignung des HN-Modells zur Simulation der Abflussverhältnisse
- Ermittlung charakteristischer Stauraumgrößen



Simulationsprogramm



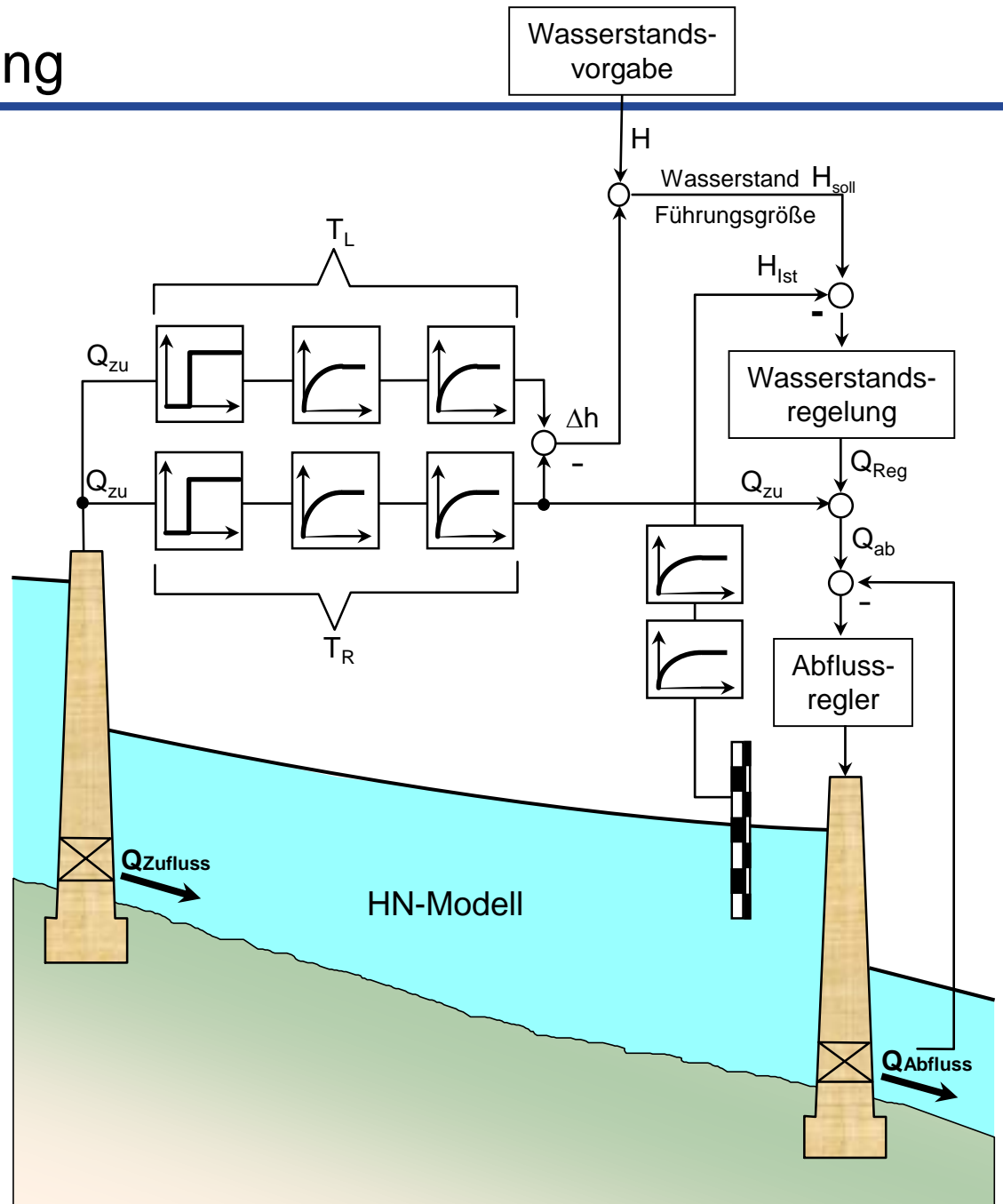
- Simulation der Abflussverhältnisse
- Betrieb der Kontrollbauwerke

Wasserhaushaltsregelung

Lokale Reglerstrukturen

- Stauzielregelung
- OW/Q-Regelung
- Antizipation
- A/Q-Regelung

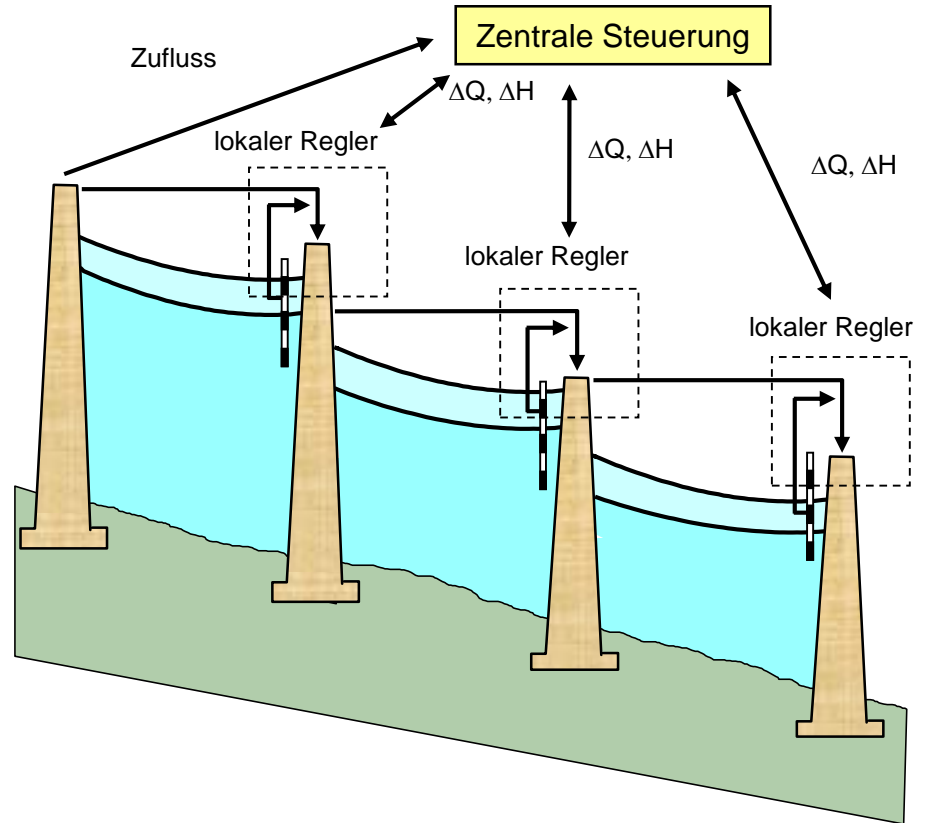
→ Komplexe PID-Regler



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

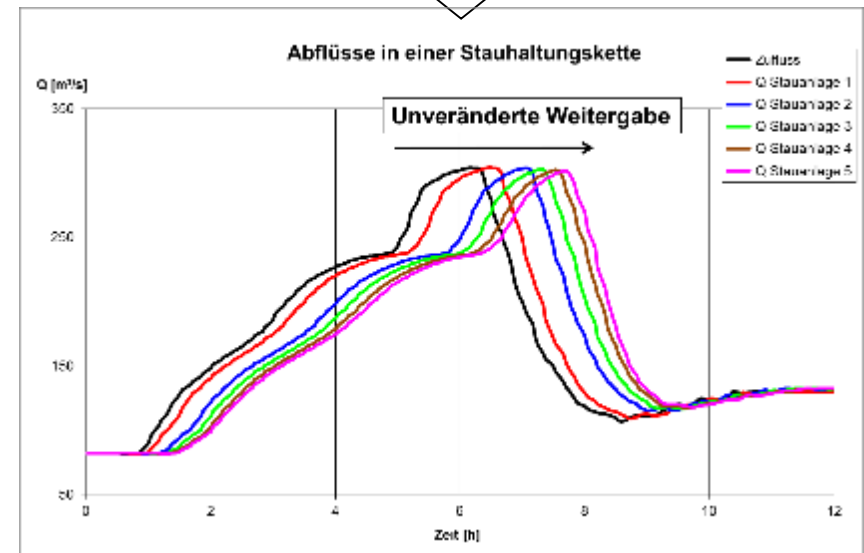
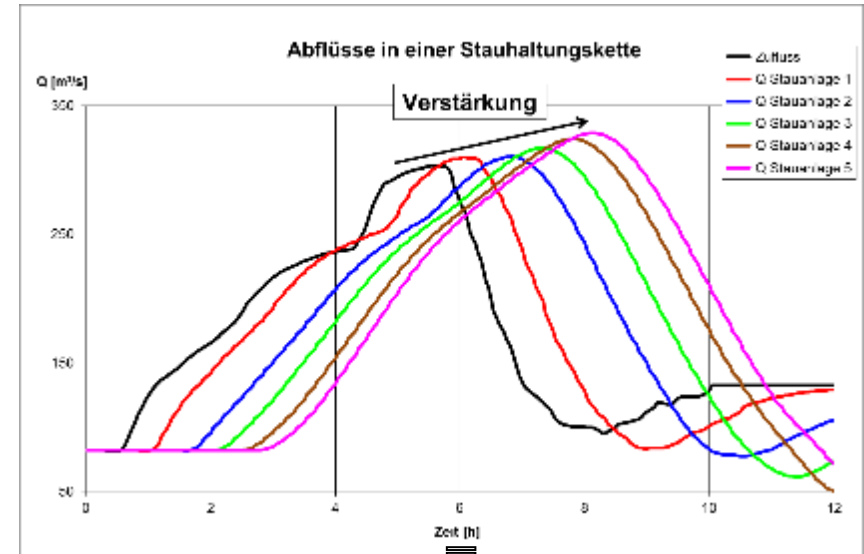


Hochwassersteuerung

Prinzipieller Ansatz (Hochwasser):

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

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



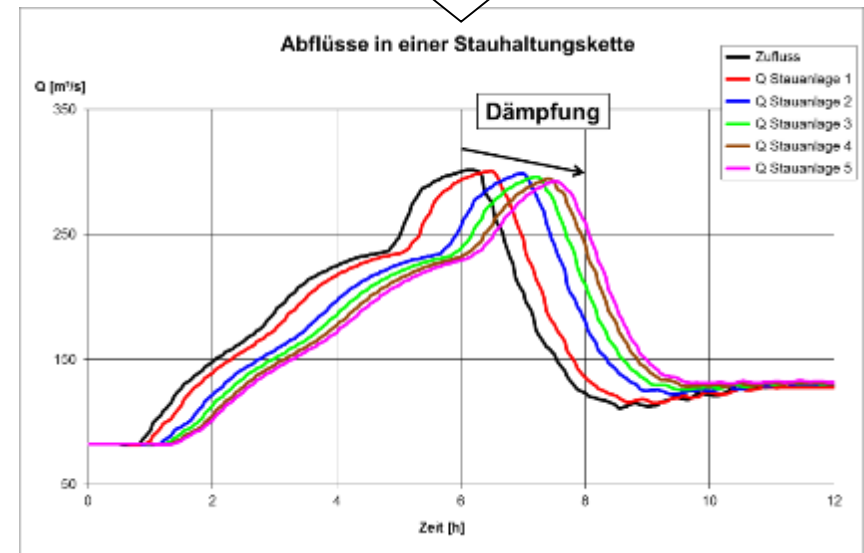
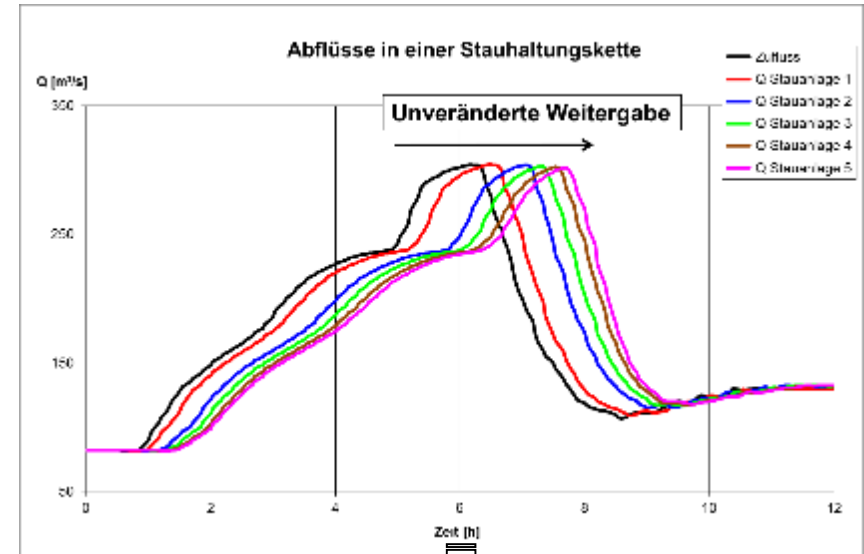
Hochwassersteuerung

Prinzipieller Ansatz (Hochwasser):

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

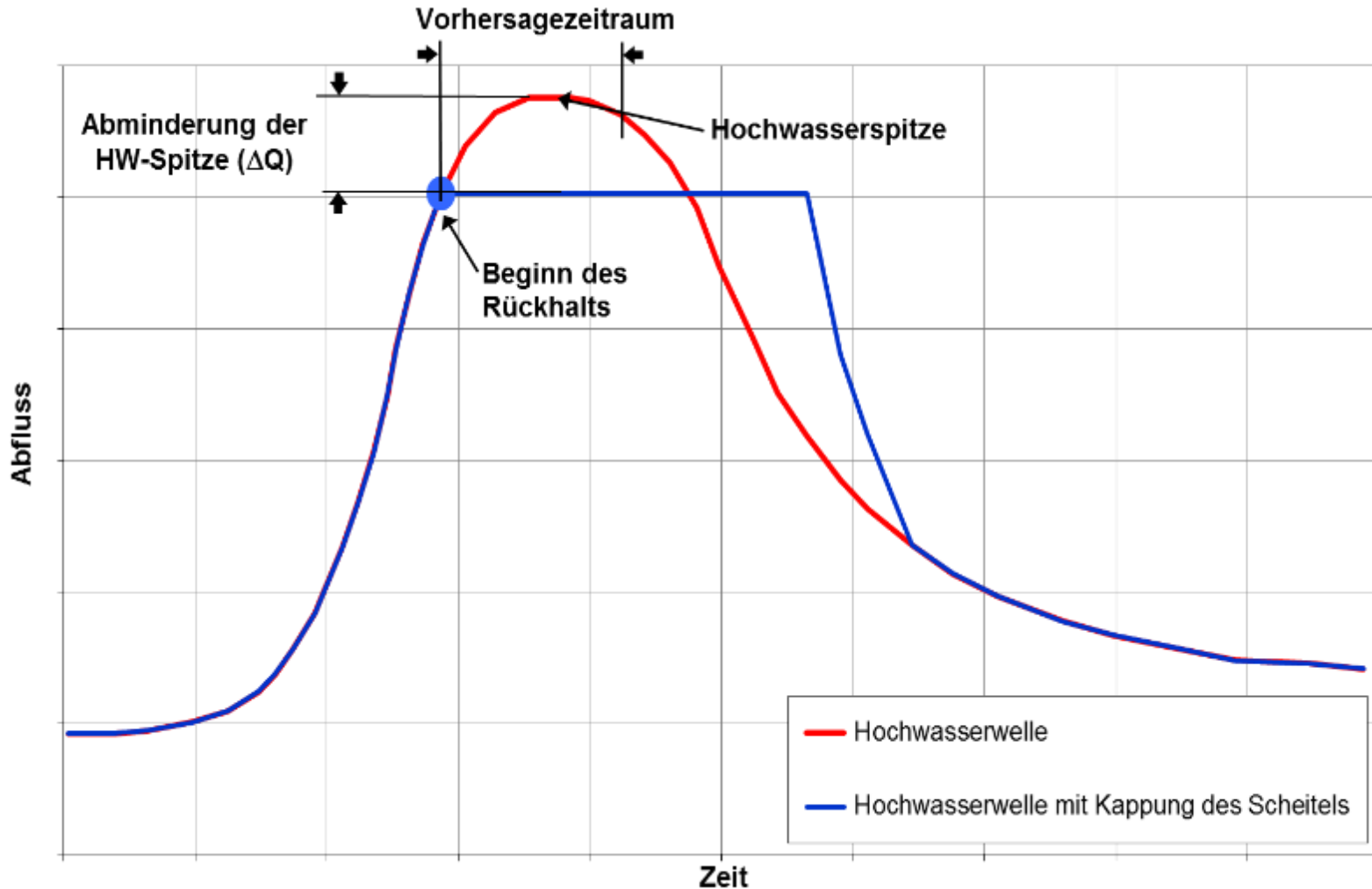
Zu 1):
nahezu „Pflicht“, Berücksichtigung von
Störgrößenaufschaltung (Zuflüssen)

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



Kappung des Hochwasserscheitels

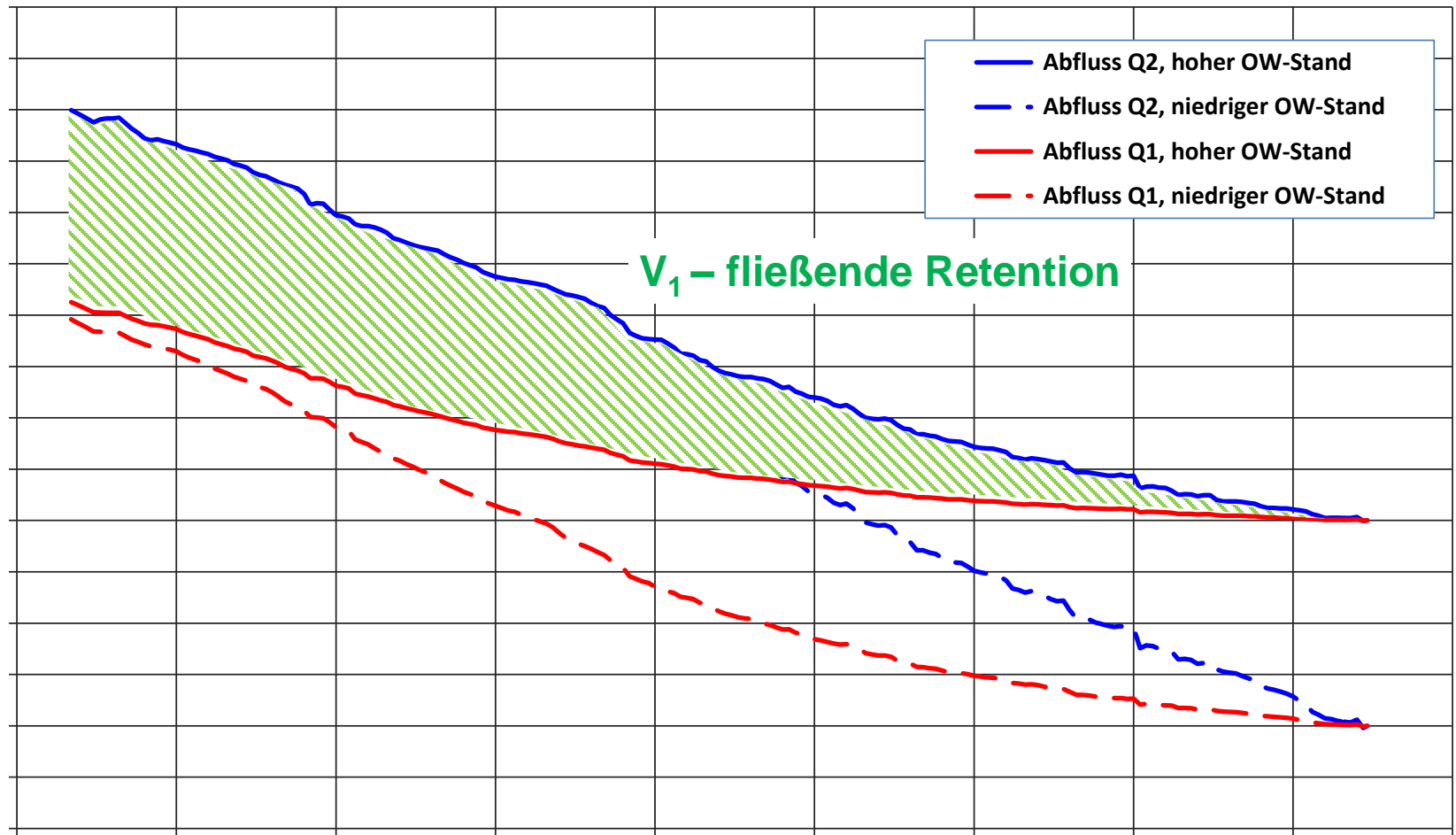
Prinzip: Adaptive Steuerung; Einlagerung von Volumen im Speicher, Kappung der Spitze, Speichervolumen und gute Vorhersage erforderlich



Wasserspiegellagen - Volumen

Stationäre Wasserspiegellagen für verschiedene Abflüsse und Oberwasserstände

Wasserstand [m]

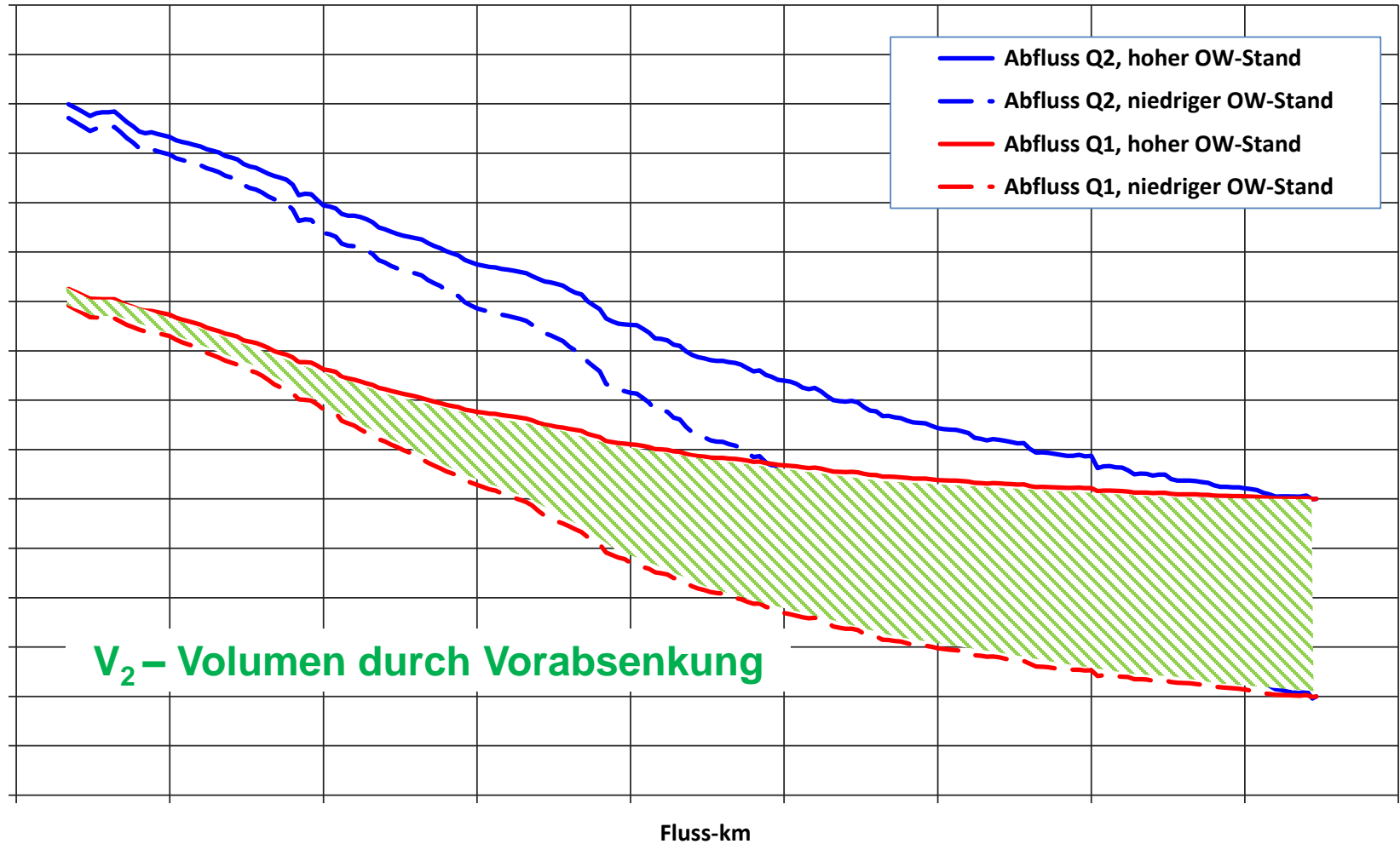


Fluss-km

Wasserspiegellagen - Volumen

Stationäre Wasserspiegellagen für verschiedene Abflüsse und Oberwasserstände

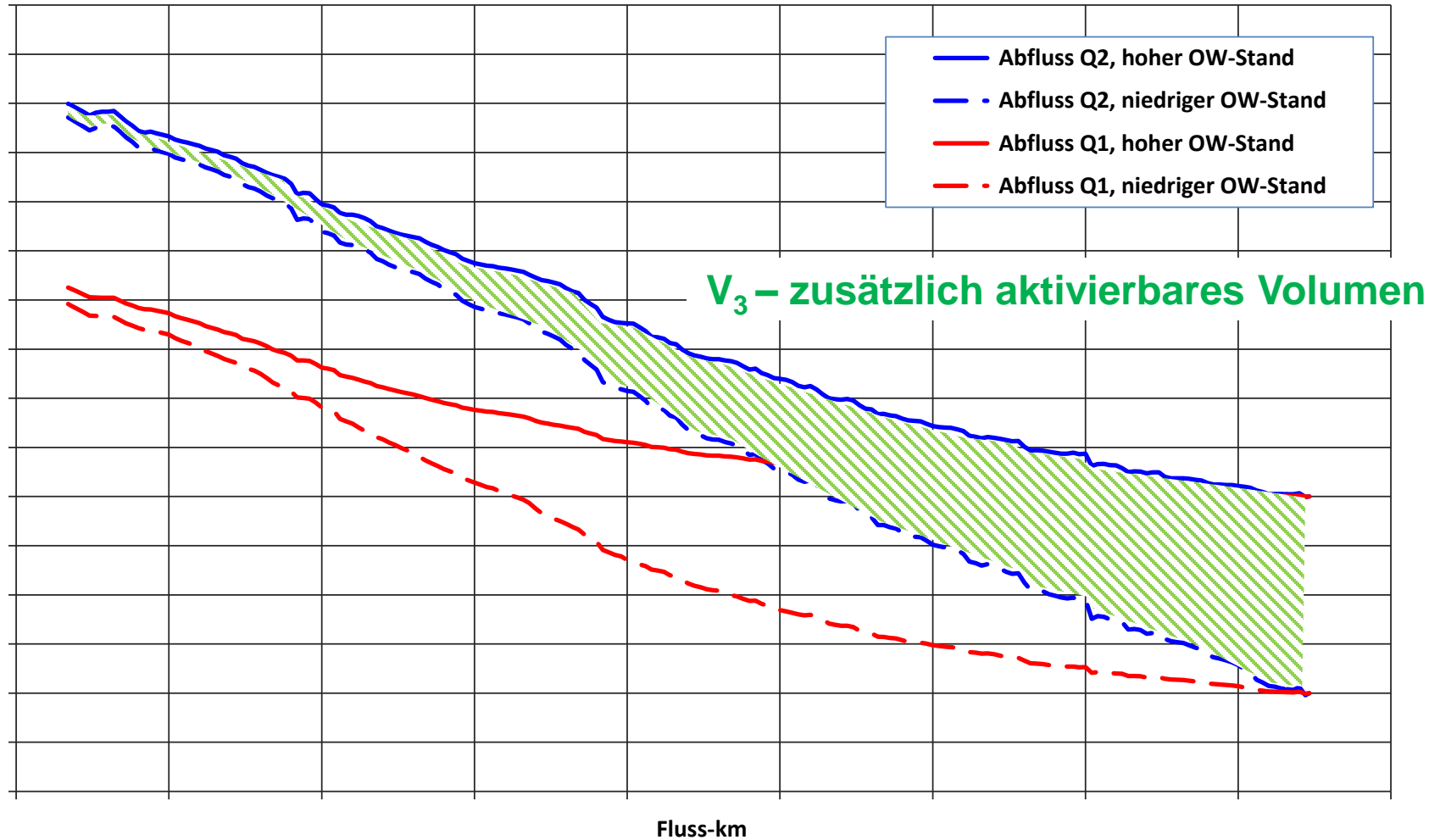
Wasserstand [m]



Wasserspiegellagen - Volumen

Stationäre Wasserspiegellagen für verschiedene Abflüsse und Oberwasserstände

Wasserstand [m]



Kappung des Hochwasserscheitels

Umsetzung

- Frühzeitiges, tiefes Absenken des Oberwasserstandes
- Aufstau (Erhöhung des Oberwasserstandes) beginnt vor Eintreffen des HW-Scheitels

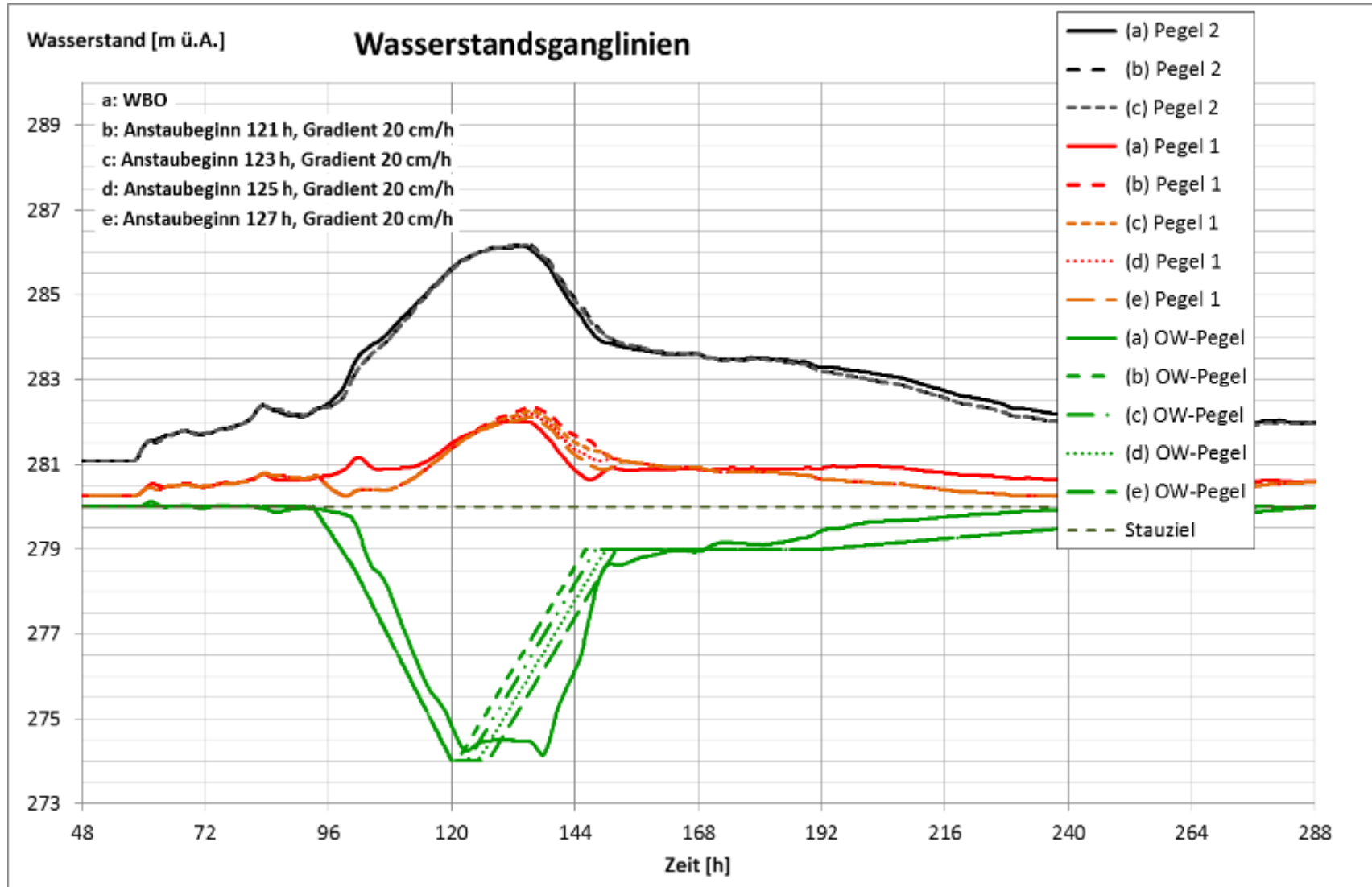
Voraussetzung:

- Bewirtschaftungsvolumen vorhanden
 - Maximale WSP-Lage (z.B. Hochwasserschutz)
 - Minimale WSP-Lage (z. B. Schifffahrt)
- Steuerbare Abflusskontrolle möglich (Wehre können Abfluss noch regeln)
- Zuflussvorhersage vorhanden
- Vorentlastung möglich (temporäre Abflusserhöhung, Wellenüberlagerung)



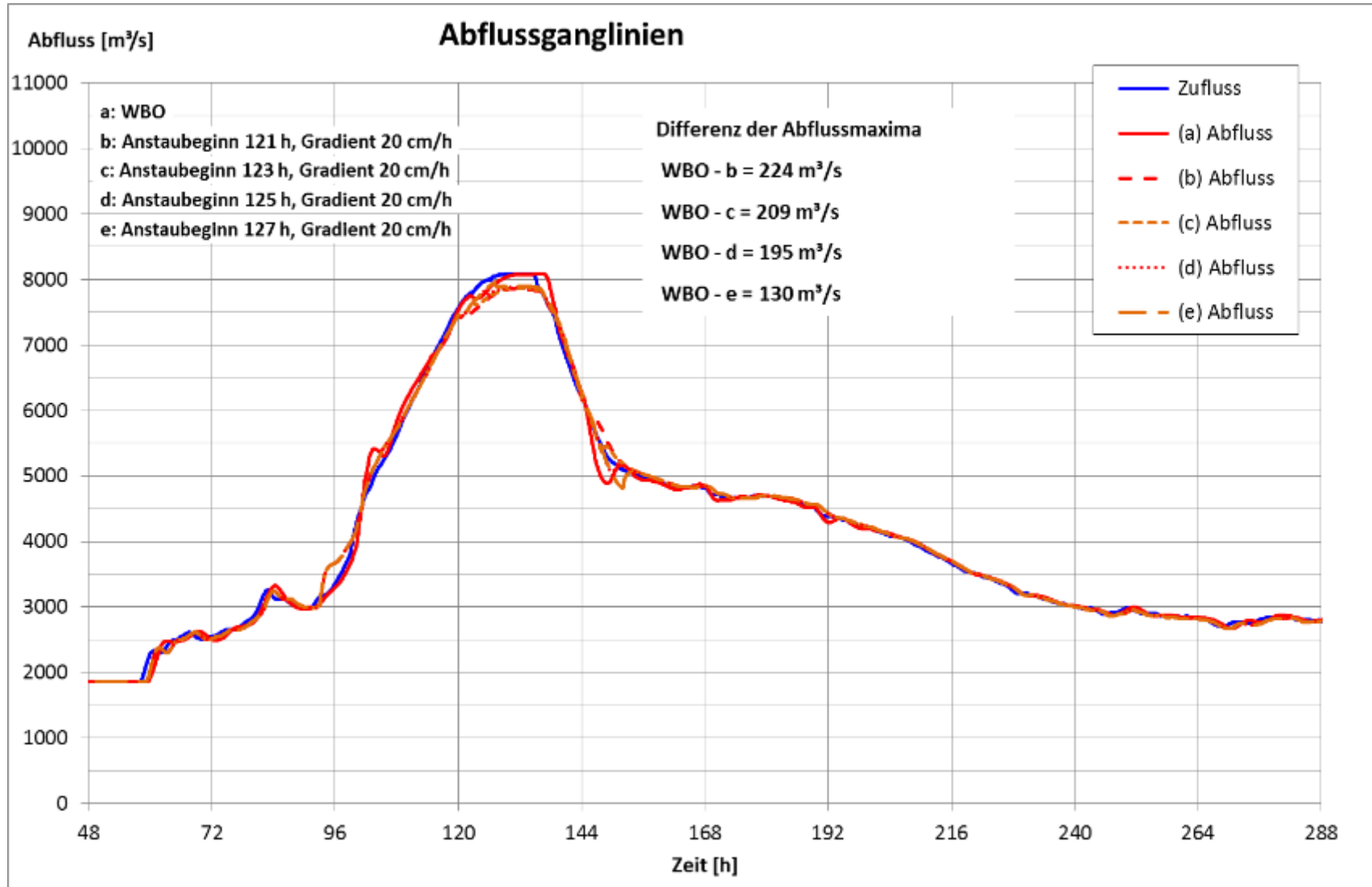
Kappung des Hochwasserscheitels

Sensitivität bzgl. Anstauzeitpunkt



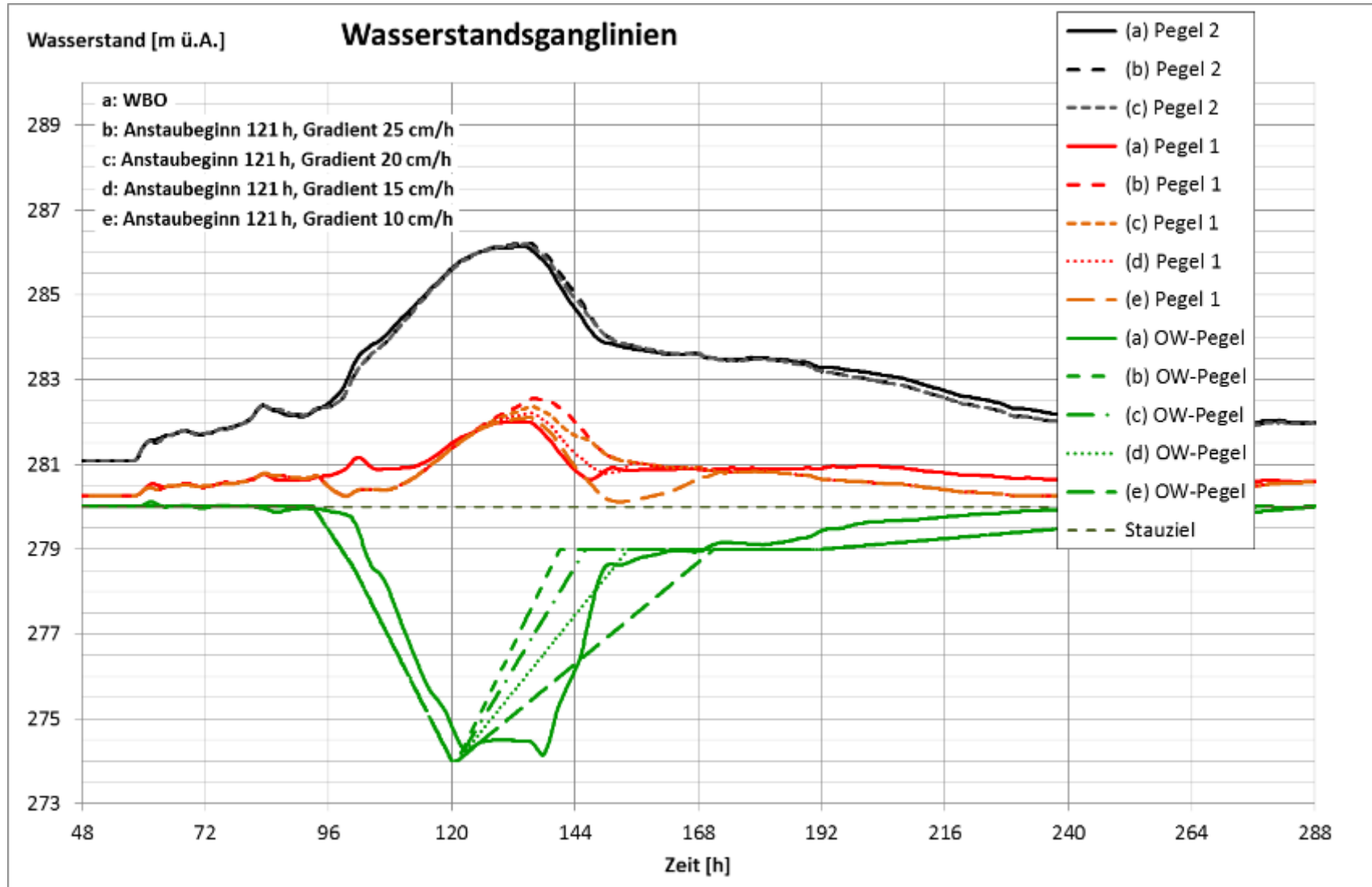
Kappung des Hochwasserscheitels

Sensitivität bzgl. Anstauzeitpunkt



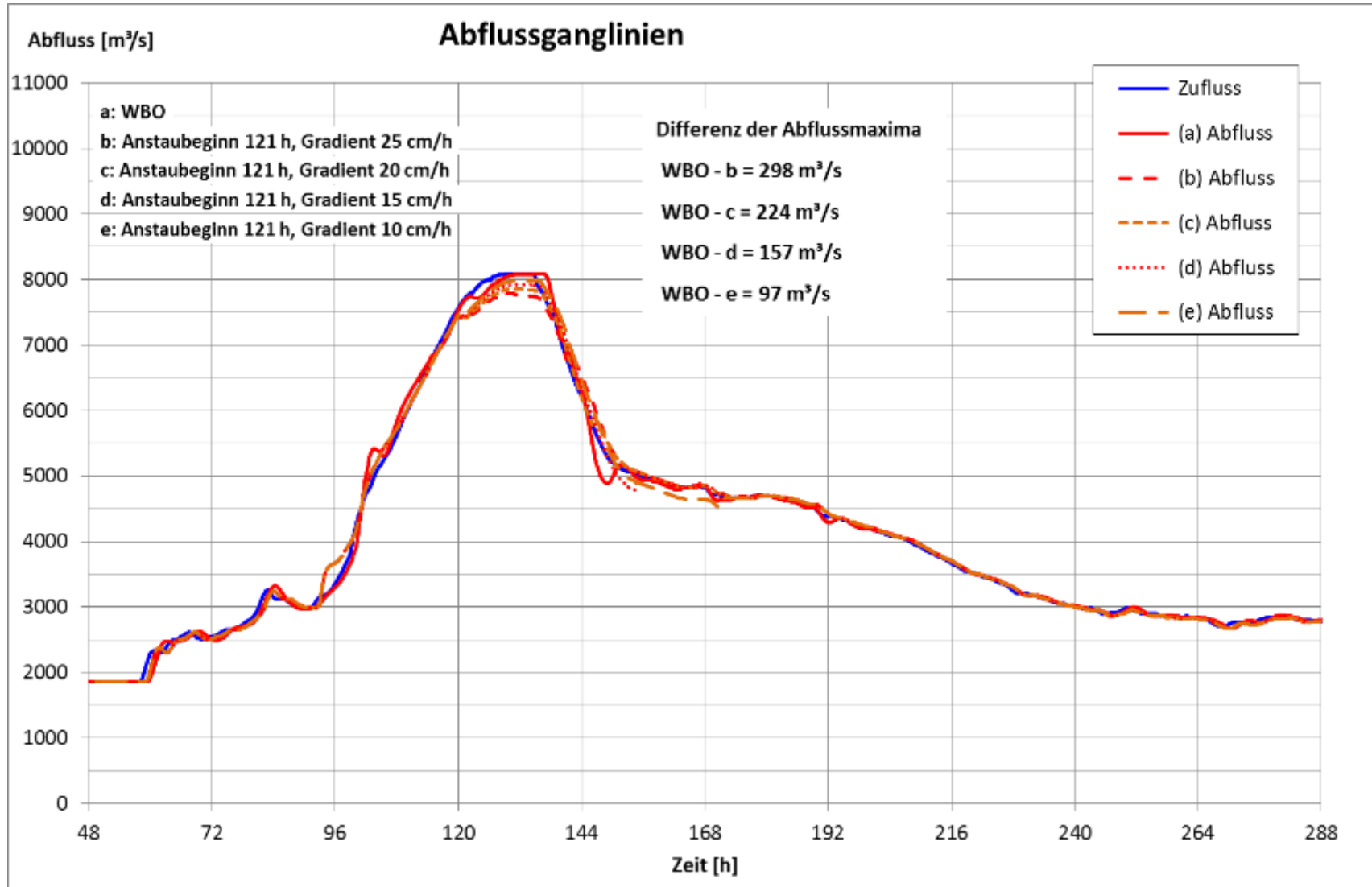
Kappung des Hochwasserscheitels

Sensitivität bzgl. Anstaugradient



Kappung des Hochwasserscheitels

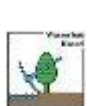
Sensitivität bzgl. Anstaugradient



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





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!