

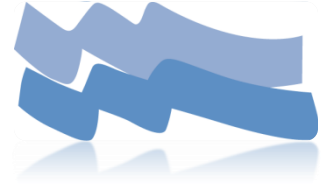
Echtzeitsteuerung mit RTC-Tools

Vortragender: Tim Ochterbeck, M.Sc.

Anlass: Delft-FEWS - Regionales Anwendertreffen

Aachen, Juli 2016

Inhalt des Vortrags



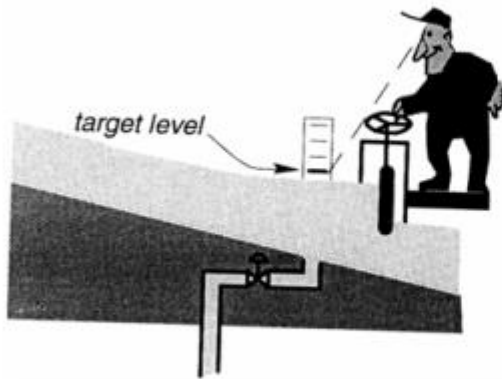
- Einleitung – Was ist RTC-Tools?
- Beispiele
 - Talsperre Eibenstock
 - EnerjiSA
 - Bonneville Power Administration
- Zusammenfassung

Einleitung RTC-Tools

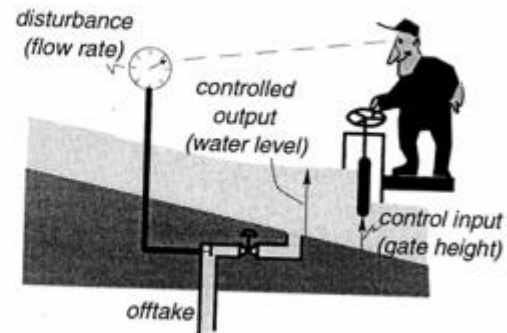


Real-Time Control Tools

feedback control



feedforward control

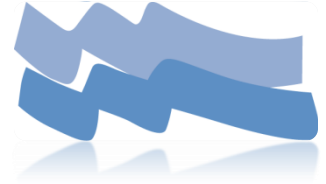


model predictive control



aus: RTC-Tools Technical Reference Manual, D. Schwanenberg, B. Becker, 2015

Inhalt des Vortrags



- Einleitung – Was ist RTC-Tools?
- **Beispiele**
 - Talsperre Eibenstock
 - EnerjiSA
 - Bonneville Power Administration
- Zusammenfassung

Optimierung des Betriebs der Talsperre Eibenstock



- Talsperre Eibenstock
 - Mehrzweckspeicher (TW, HW)



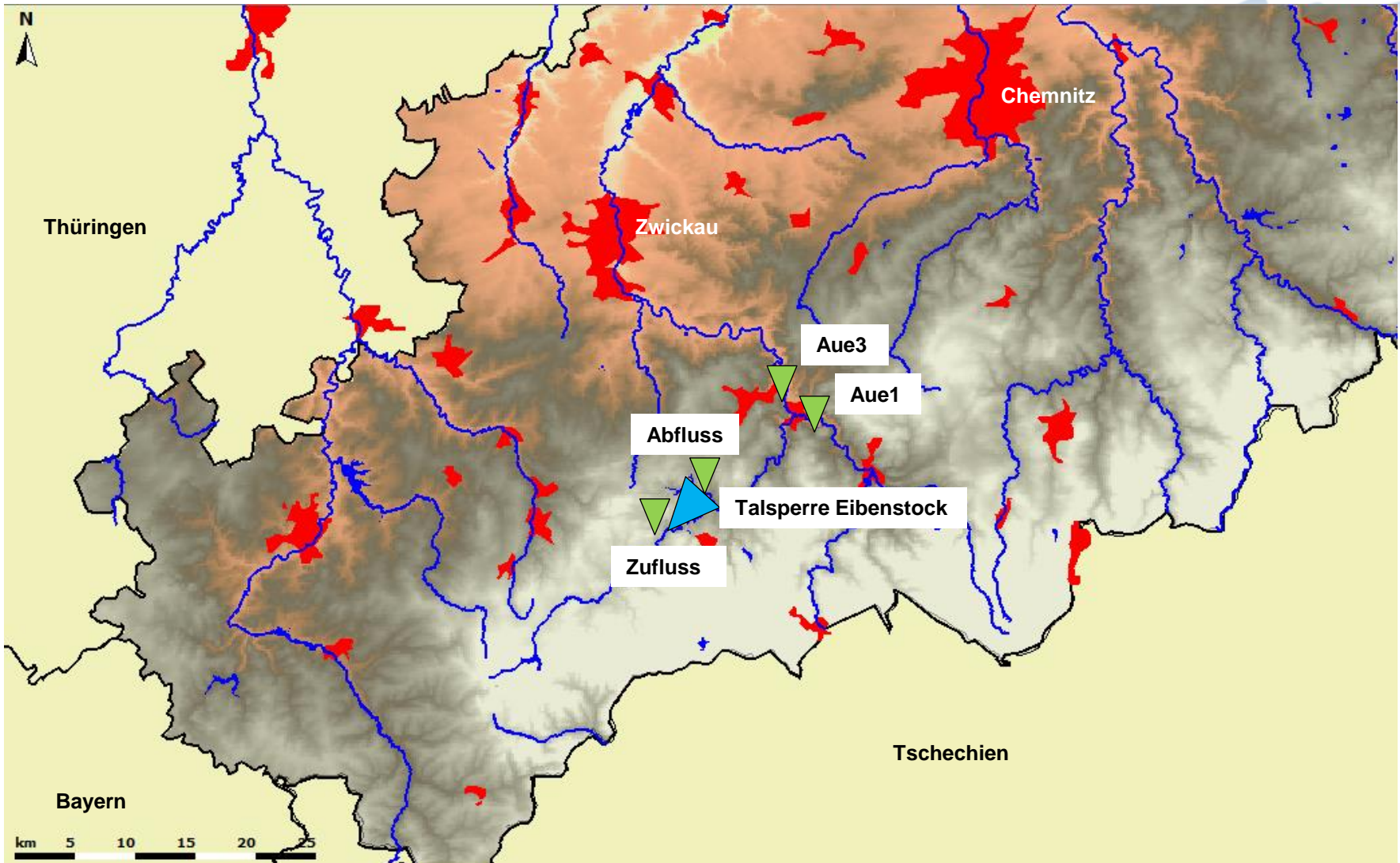
Quelle: LTV, Sachsen



Quelle: mdr.de, 4.6.2013

EZG:	200 km ²
GHR:	10,014 Mio. m ³
ZS:	536,66 mNHN
ZV:	539,60 mNHN

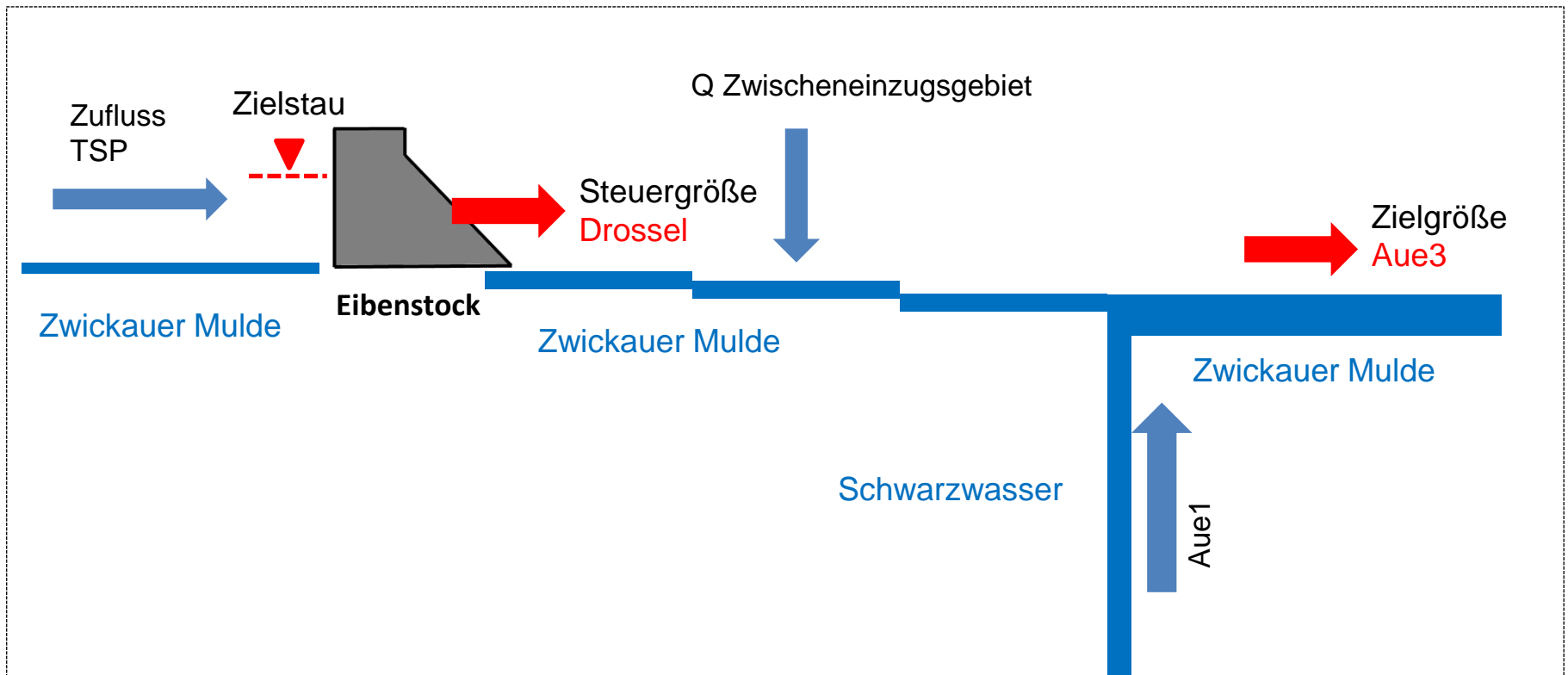
Projektgebiet



Umsetzung - Schema des Optimierungsverfahren



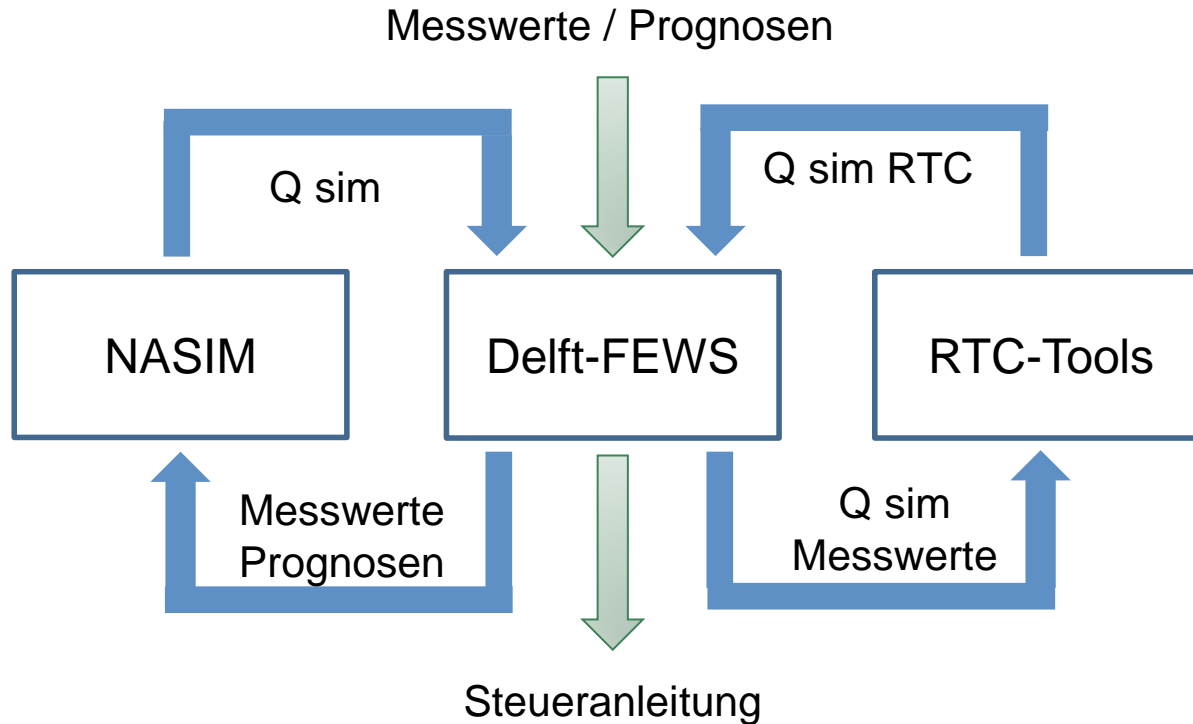
- RTC-Tools
 - Ersatzmodell für Optimierung
 - Pool-Routing
 - Optimierungsverfahren: IPOPT
- Ziele/Randbedingungen:
 - Aue3: max 210 m³/s
 - Zielstau: 536,66 mNHN
 - Q_{dr}: max 54 m³/s



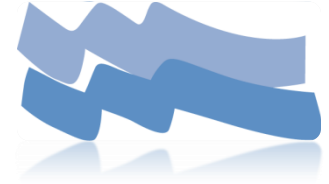
Umsetzung



- Optimierung der Talsperrenabgabe
 - Kopplung der Module unter Delft-FEWS

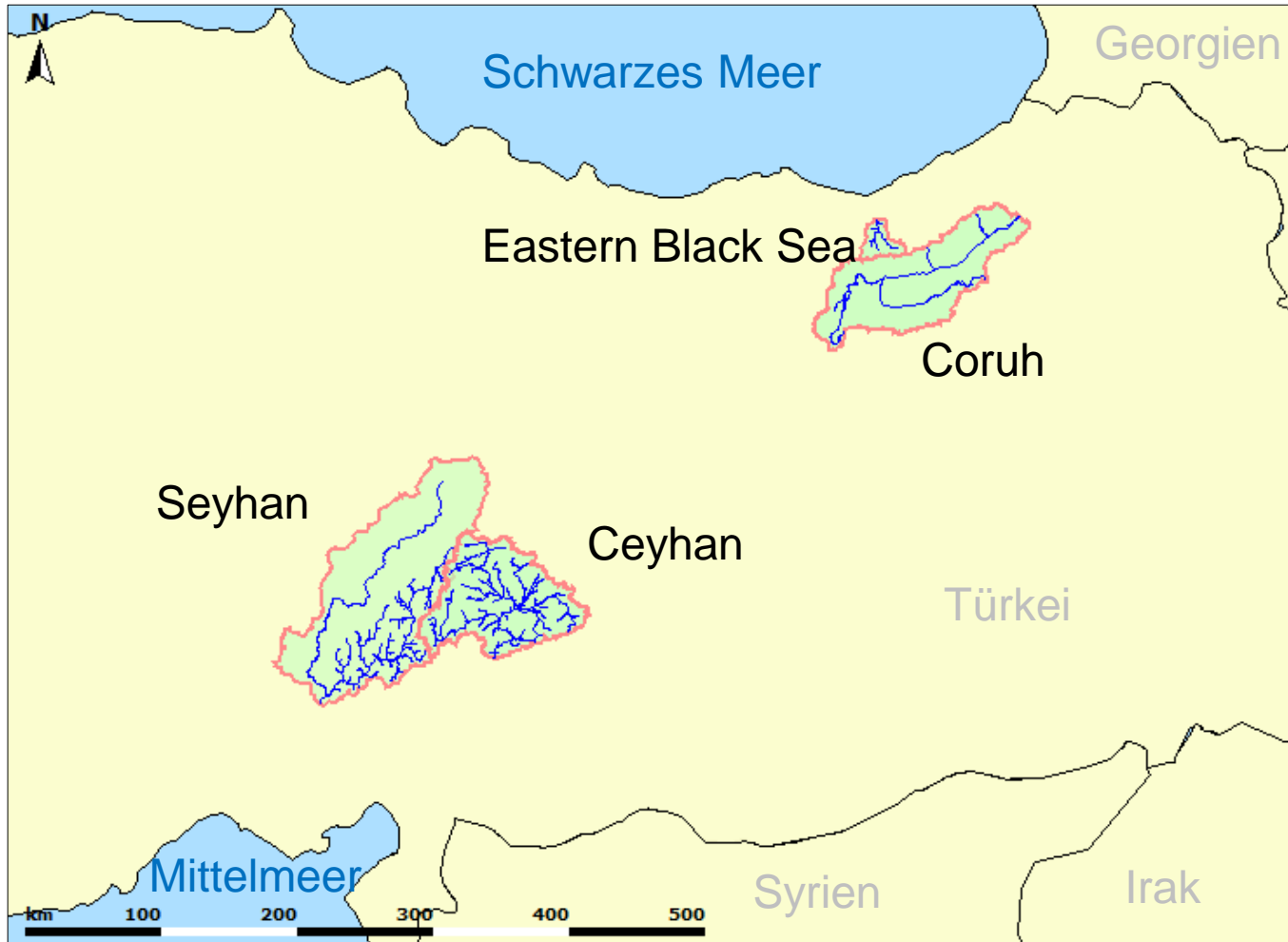
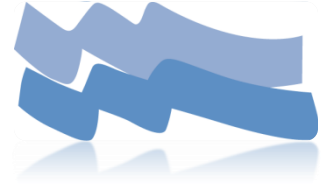


Inhalt des Vortrags



- Einleitung – Was ist RTC-Tools?
- **Beispiele**
 - Talsperre Eibenstock
 - EnerjiSA
 - Bonneville Power Administration
- Zusammenfassung

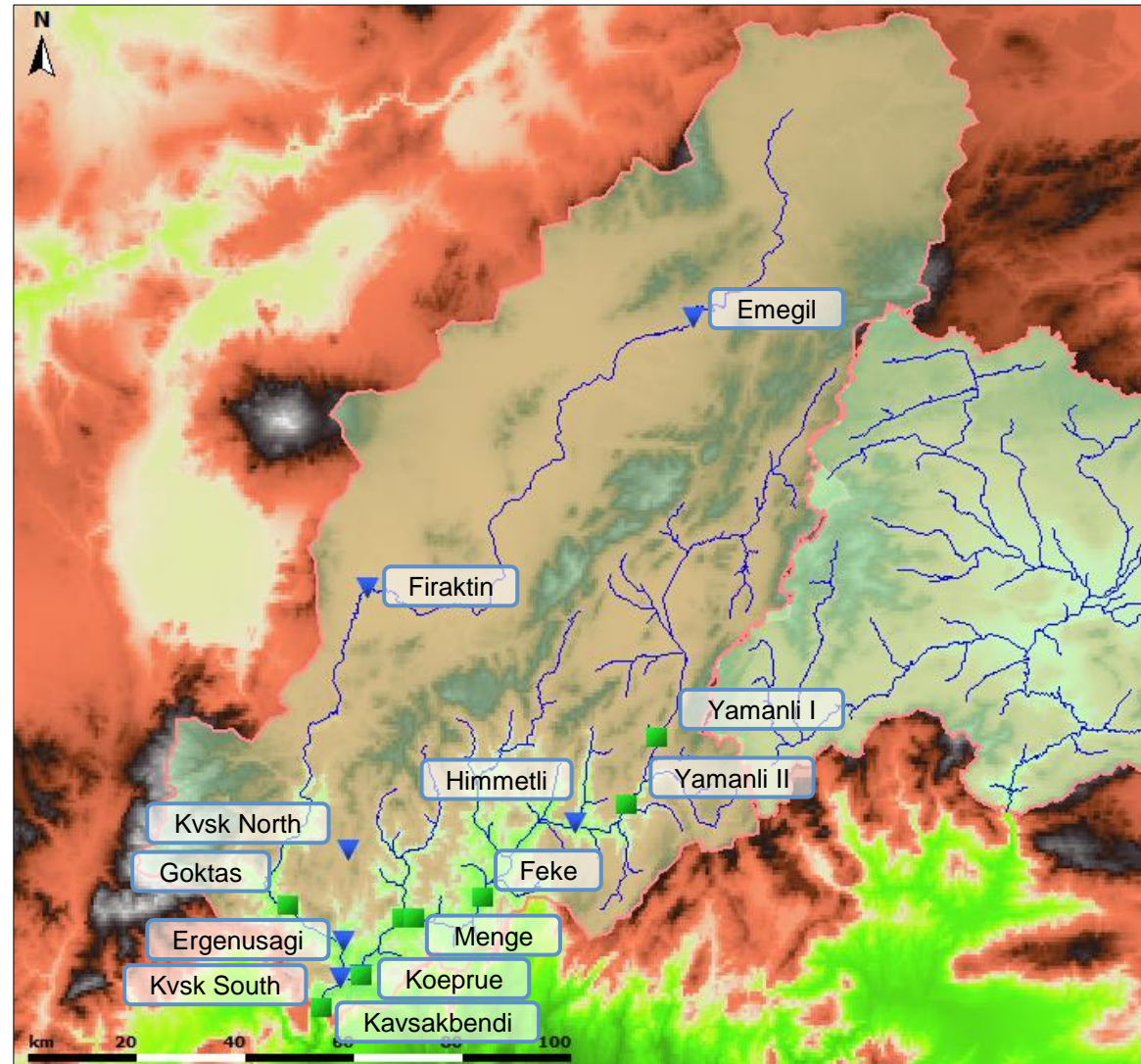
Übersicht Einzugsgebiete



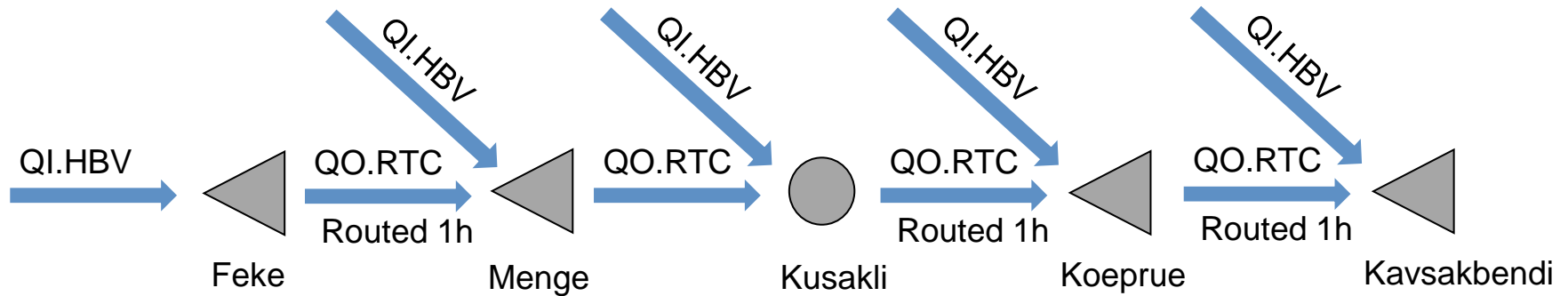
Seyhan Einzugsgebiet



- 7 Teileinzugsgebiete
- 5 Abfluss Pegel
- 8 Wasserkraftanlagen



Schema: Implementierung RTC Seyhan (Abfluss)



Legend:

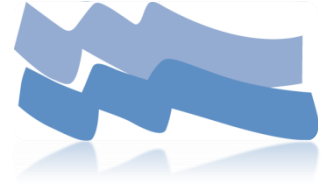
● Laufwasserkraftwerk

◁ Talsperre

QI.HBV HBV Modellabfluss

QO.RTC Optimierter Abfluss

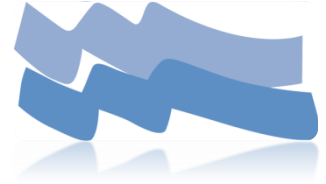
Steuerstrategie



- Harte Randbedingungen:
 - Maximaler Wasserstand der Talsperren / Staustufen
 - Minimaler Wasserstand der Talsperren / Staustufen

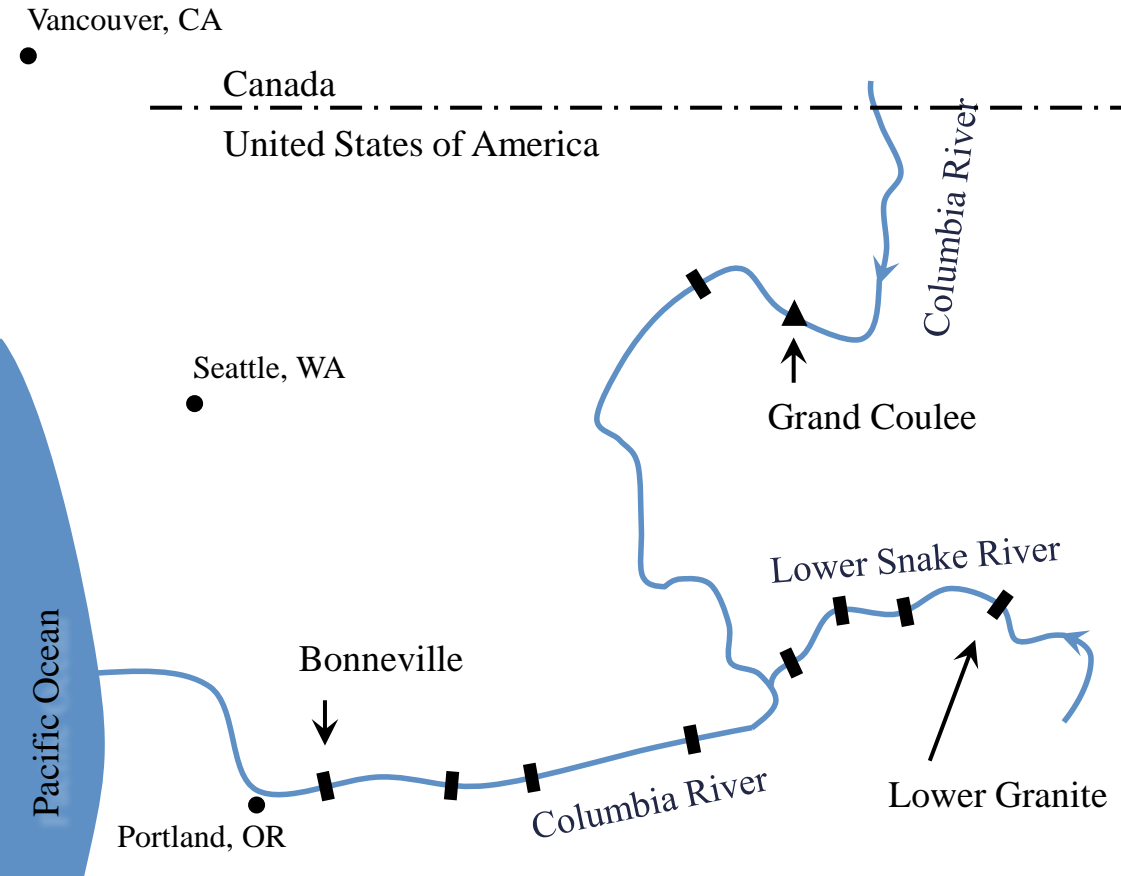
- Weiche Randbedingungen:
 - Erzeugen der vorgegebenen Energiemenge
 - Vermeidung eines Überlaufs der Talsperren / Staustufen
 - Oberwasserstauziel der Talsperre Kusakli

Inhalt des Vortrags



- Einleitung – Was ist RTC-Tools?
- **Beispiele**
 - Talsperre Eibenstock
 - EnerjiSA
 - Bonneville Power Administration
- Zusammenfassung

Federal Columbia River Power System

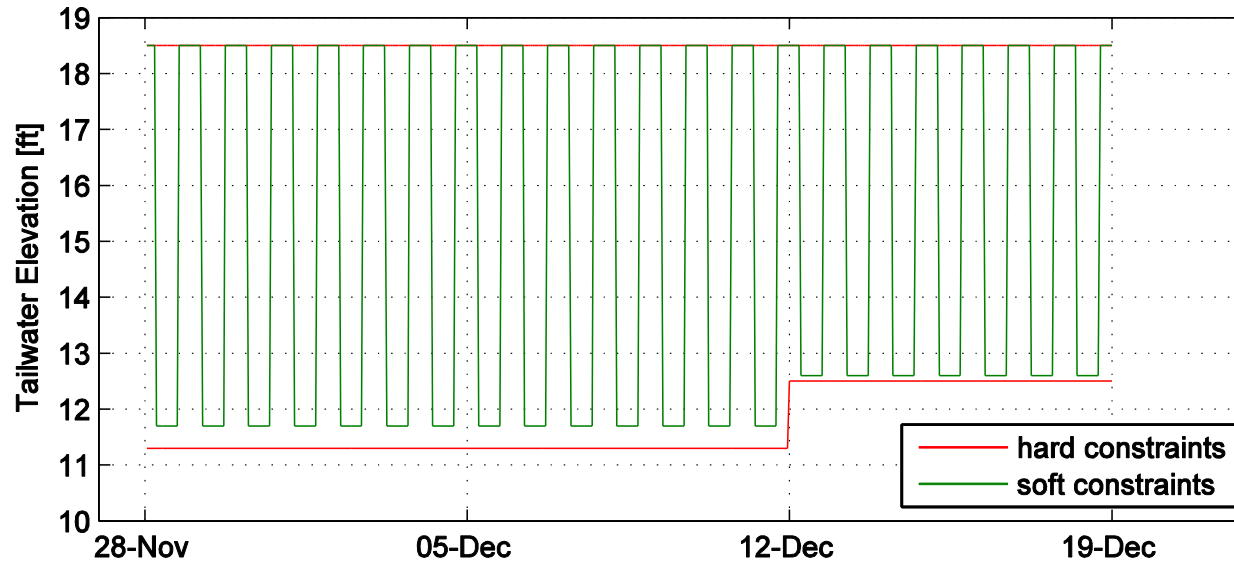
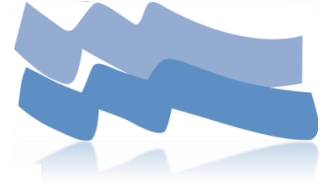


- Gemeinschaftlich betrieben von Bonneville Power Administration, U.S. Army Corps of Engineers und Bureau of Reclamation
- 31 Wasserkraftanlagen
- davon werden zehn als „Big-10“ bezeichnet
- 22 GW Gesamtkapazität

Zielsetzung:

- Hochwasserschutz
- Schifffahrt
- Fisch Betrieb
- Energiegewinnung
- Bewässerung
- Naherholung
- Sicherheit und Schutz

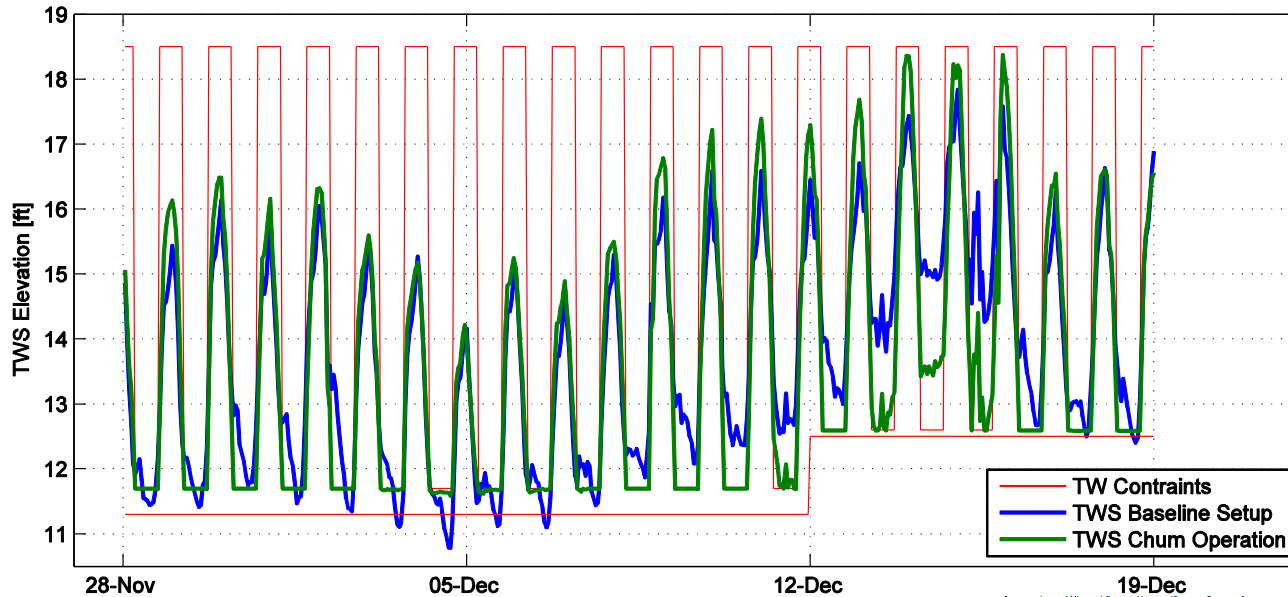
Ketalachs Betrieb (Chum Operation)



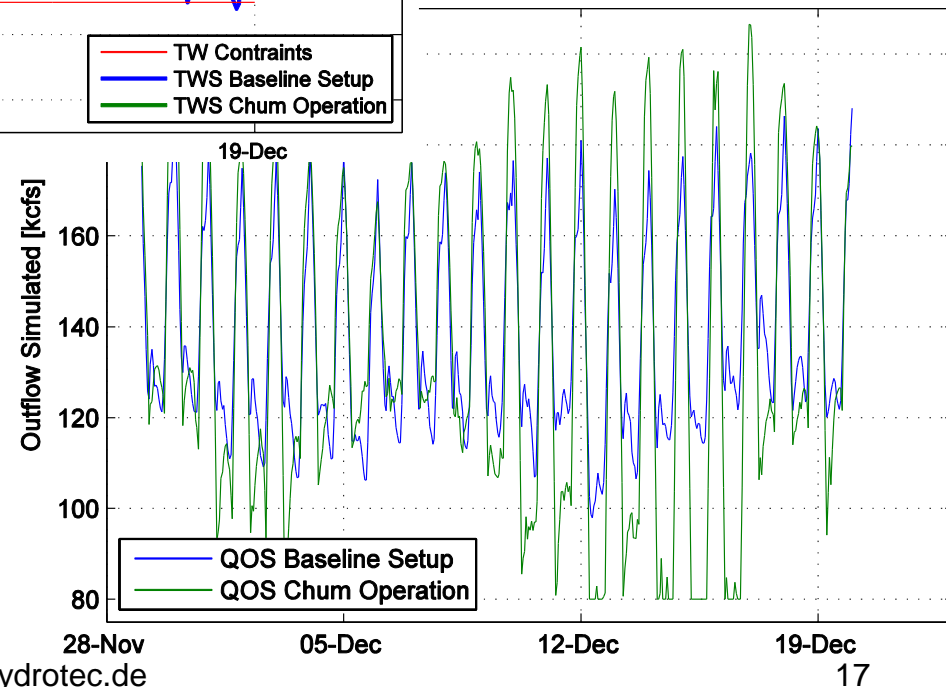
- Schutz der Brut- und Laichgebiete des Ketalachs im Unterwasser des Bonneville Dam
- Fester Unterwasserstand an November, damit der Ketalachs die Laichgebiete erreichen kann
- Unterwasserstand nicht zu hoch, um das Risiko zu minimieren, dass die Eier trocken fallen bevor die jungen Lachse schlüpfen



Ketalachs Betrieb Ergebnisse



- Der Ketalachs Betrieb hält den Unterwasserstand die meiste Zeit auf bzw. Unterhalb des Stauziels.
- Daraus resultieren extremere Abflüsse als im Standard Betrieb.

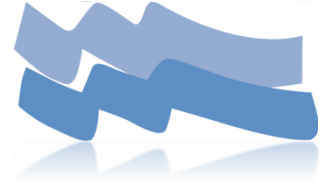


Inhalt des Vortrags



- Einleitung – Was ist RTC-Tools?
- Beispiele
 - Talsperre Eibenstock
 - EnerjiSA
 - Bonneville Power Administration
- Zusammenfassung

Zusammenfassung



- RTC-Tools ist ein Werkzeug, das zur Echtzeitsteuerung von Wasserbaulichen Anlagen innerhalb eines Frühwarnsystems eingesetzt werden kann.
- Die Umsetzung unter Delft-FEWS erfolgt im Allgemeinen durch eine Koppelung mit einem hydrologischen Modell.
- Einsatzbereich reicht von sehr einfachen Systemen mit einzelnen Talsperren bis zu sehr komplexen Steuerungen von Staustufen-Kaskaden.
- Randbedingungen können auf verschiedene Art und Weisen konfiguriert und auf jeden Parameter des Systems angewandt werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen?