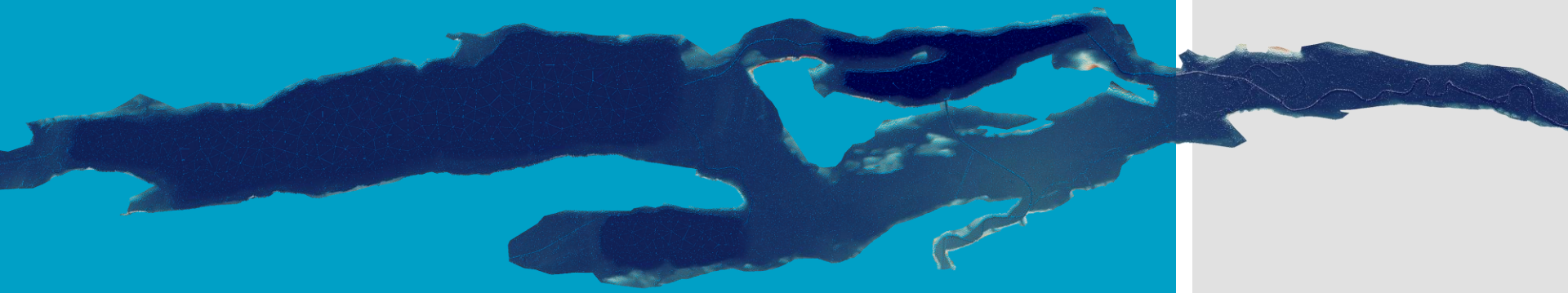


Hydraulische Modellierung von grossen Flussabschnitten mit Seeretention unter Verwendung von GPU

BASEMENT Anwendertreffen 2018

24. Januar 2018

Matthias Pfäffli

Hunziker, Zarn & Partner AG

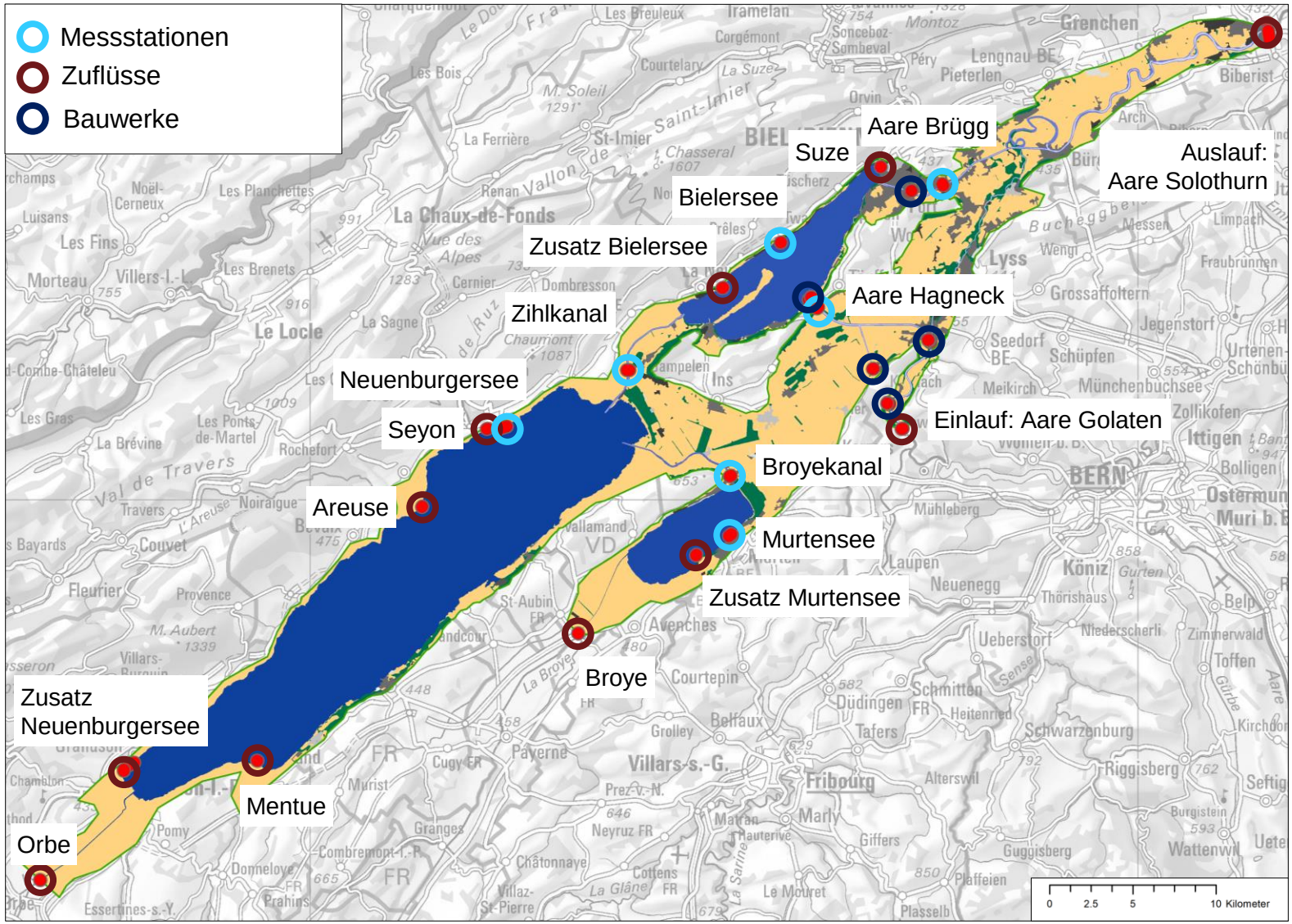
Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

Ziel und Zweck

- Hydraulische 2D-Modellierung eines grossen Flussgebiets
  - Modelleigenschaften
  - Vereinfachungen und Annahmen

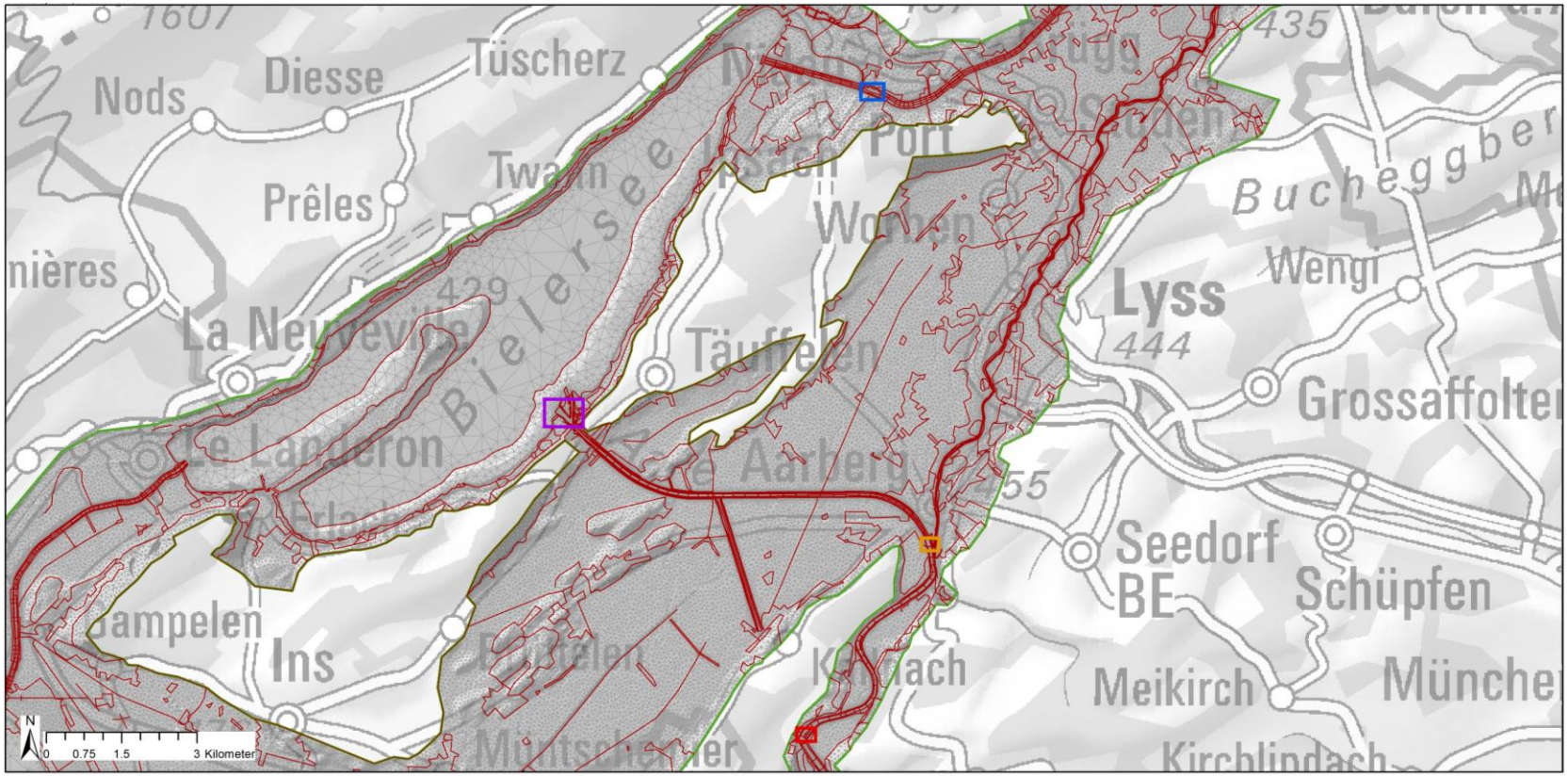
- Vereinfachung der Seeregulierung in Port mit zwei Zuständen: Normal- und Hochwasserbetrieb
- Resultate der Kalibrierung (Hochwasser 2005) und Validierung (Hochwasser 2007)

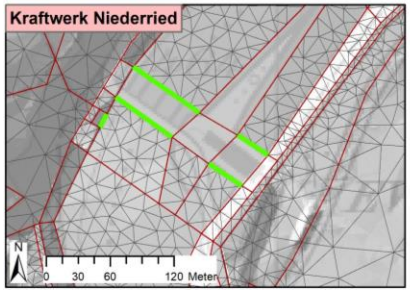
Modelleigenschaften

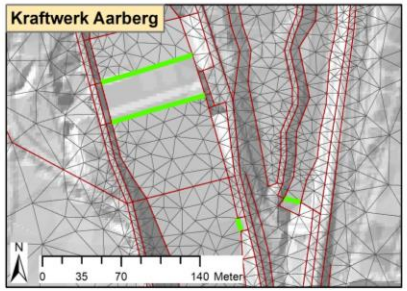


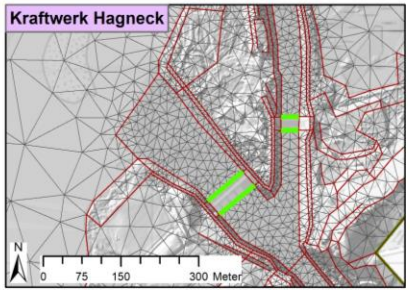
Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

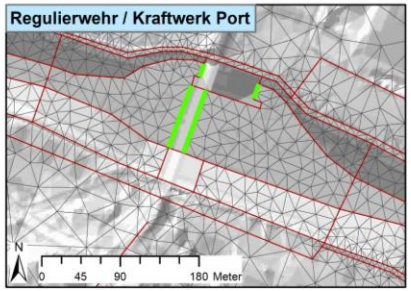
Berücksichtigung der Bauwerke



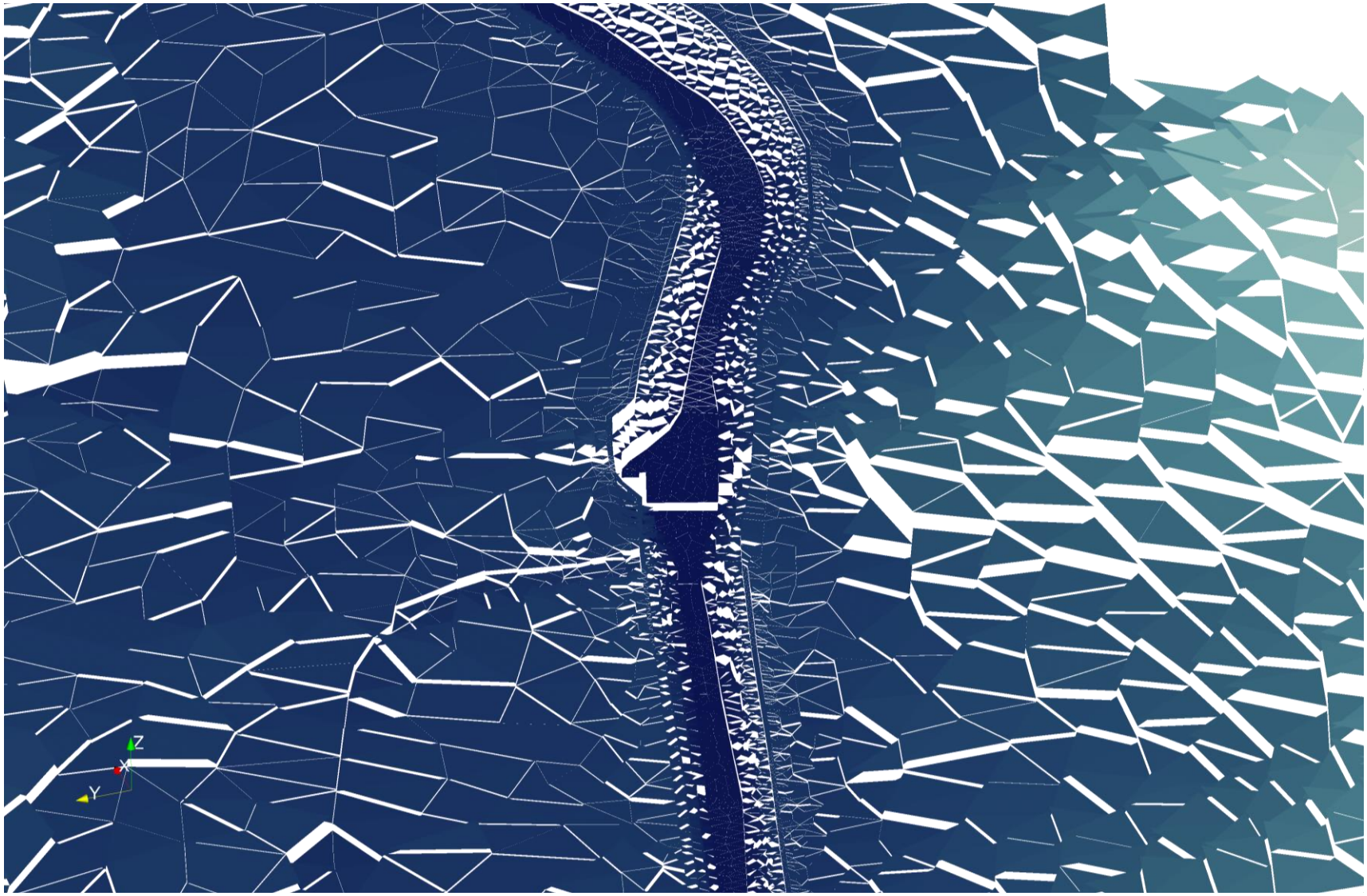








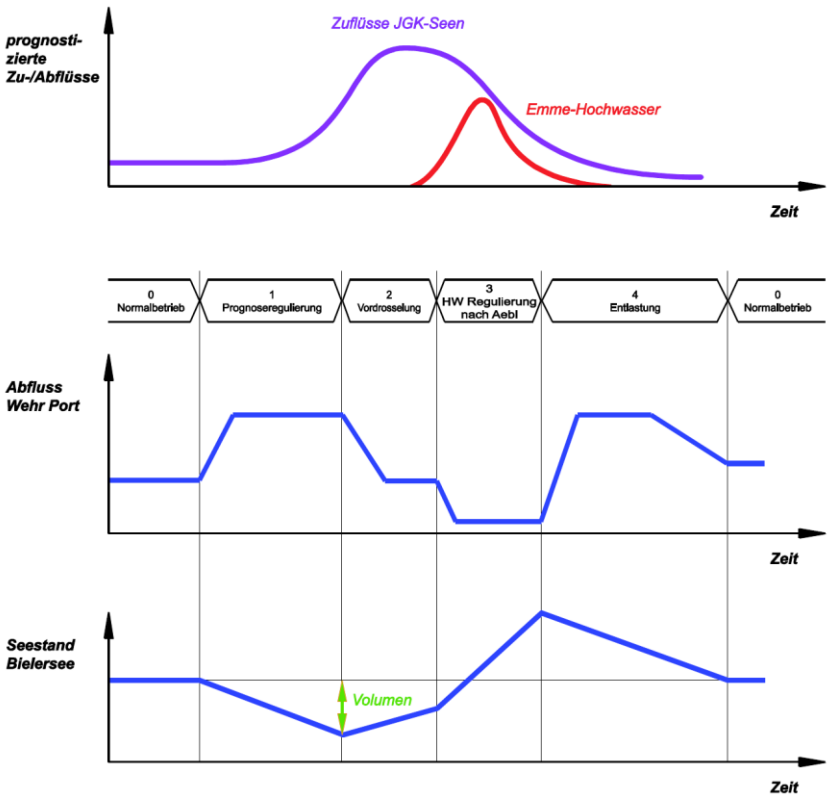
Modellumsetzung für Basement v3



Seeregulierung

5 Phasen der Seeregulierung

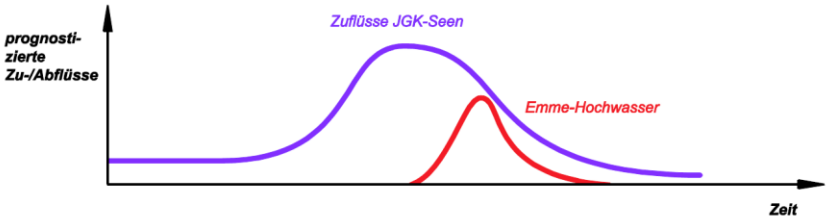
- **Normalbetrieb**
  Regulierreglement
- **Prognoseregulierung**
  Vorabsenkung des Bielersees
- **Vordrosselung**
  Bereitschaft für die Hochwasserregulierung nach Aebi
- **Hochwasserregulierung nach Aebi**
  Abfluss in Port abhängig von div. Messstationen
- **Entlastung**
  Forcierter Abbau des Wasservolumens in den Seen
- **Normalbetrieb**
  Regulierreglement

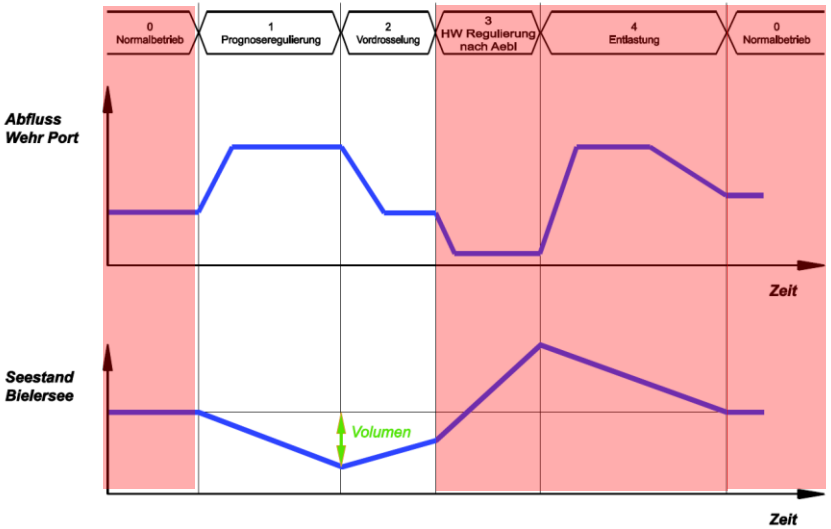


5 Phasen der Seeregulierung

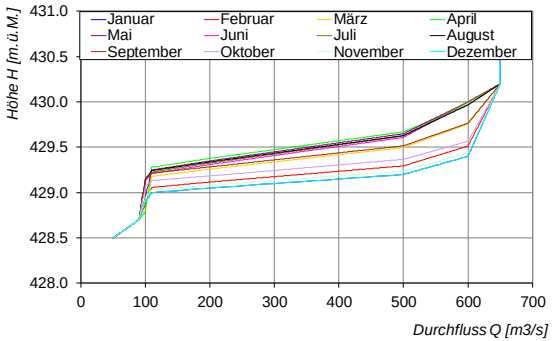
- **Normalbetrieb**
  Regulierreglement
- **Prognoseregulierung**
  Vorabsenkung des Bielersees
- **Vordrosselung**
  Bereitschaft für die Hochwasserregulierung nach Aebi
- **Hochwasserregulierung nach Aebi**
  Abfluss in Port abhängig von div. Messstationen
- **Entlastung**
  Forcierter Abbau des Wasservolumens in den Seen
- **Normalbetrieb**
  Regulierreglement

→ Fokus auf ein typisches Sommerhochwasser

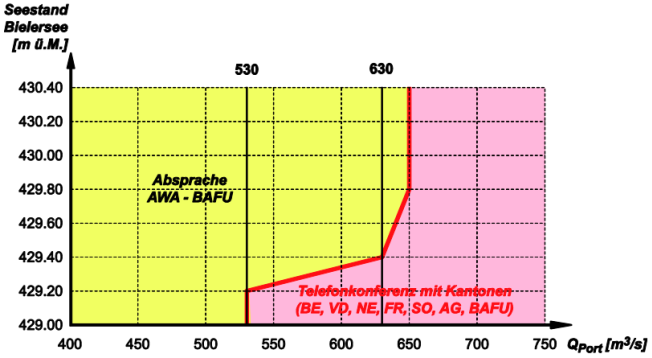




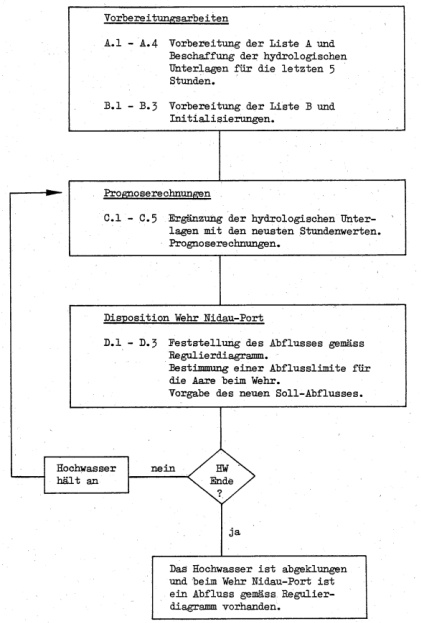
Reguliervorschriften



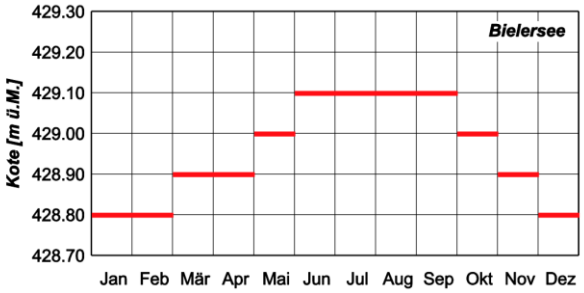
Regulierreglement für den Normalbetrieb



Maximal zulässiger Abfluss während der Prognoseregulierung



Hochwasserregulierung nach Aebi



Minimal zulässige Seestände

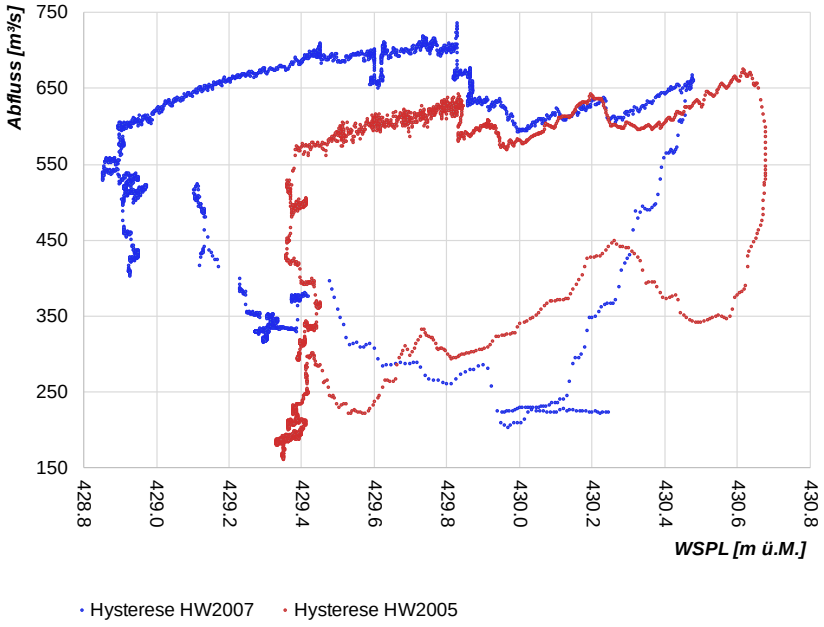
Pegel Bielersee [m ü.M.]	minimaler Abfluss am Wehr Port [m³/s]
tiefer als 430.00	200
zwischen 430.00 und 430.34	250
höher als 430.35	300

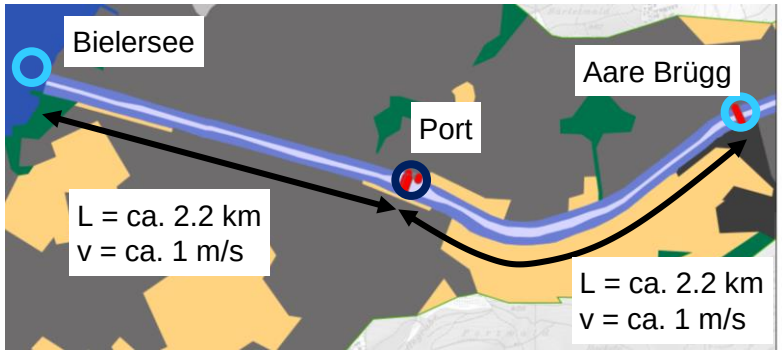
Minimalabflüsse während der Hochwasserregulierung nach Aebi

Was geschieht am Wehr?

Pegel-Abfluss-Hysterese

- Berücksichtigung des zeitlichen Versatzes





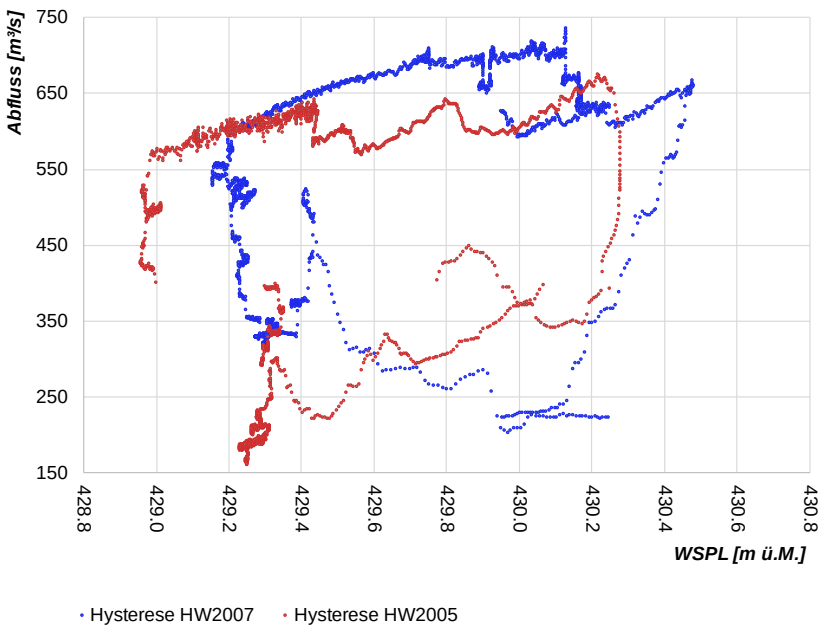
Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

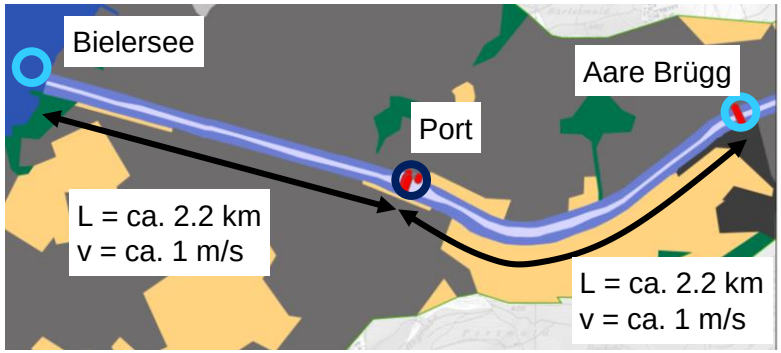
Was geschieht am Wehr?

Pegel-Abfluss-Hysterese

- Berücksichtigung des zeitlichen Versatzes
- Berücksichtigung des WSPL-Gefälles je nach Wasserstand

WSPL [m ü.M.]	Differenz
bis 430.35	10 cm
ab 430.35	40 cm





Was geschieht am Wehr?

Pegel-Abfluss-Hysterese

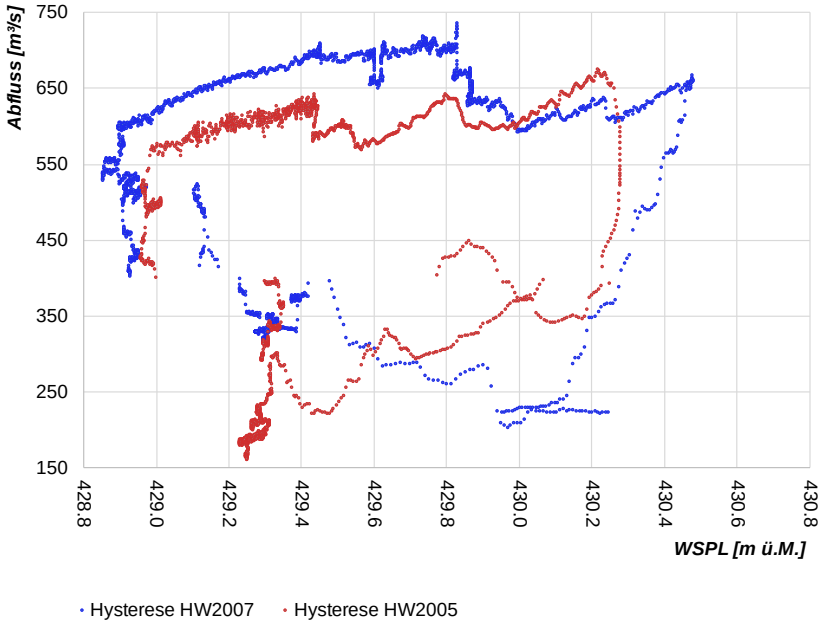
- Berücksichtigung des zeitlichen Versatzes
- Berücksichtigung des WSPL-Gefälles je nach Wasserstand

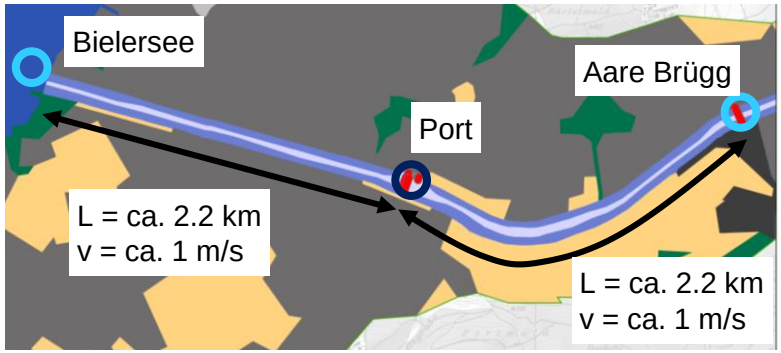
WSPL [m ü.M.]	Differenz
bis 430.35	10 cm
ab 430.35	40 cm

- Berücksichtigung des WSPL-Gefälles je nach Abfluss

Abfluss [m³/s]	Differenz
ab 500 m³	40 cm

- Hysterese der Hochwasser 2005 und 2007 sehen sehr ähnlich aus



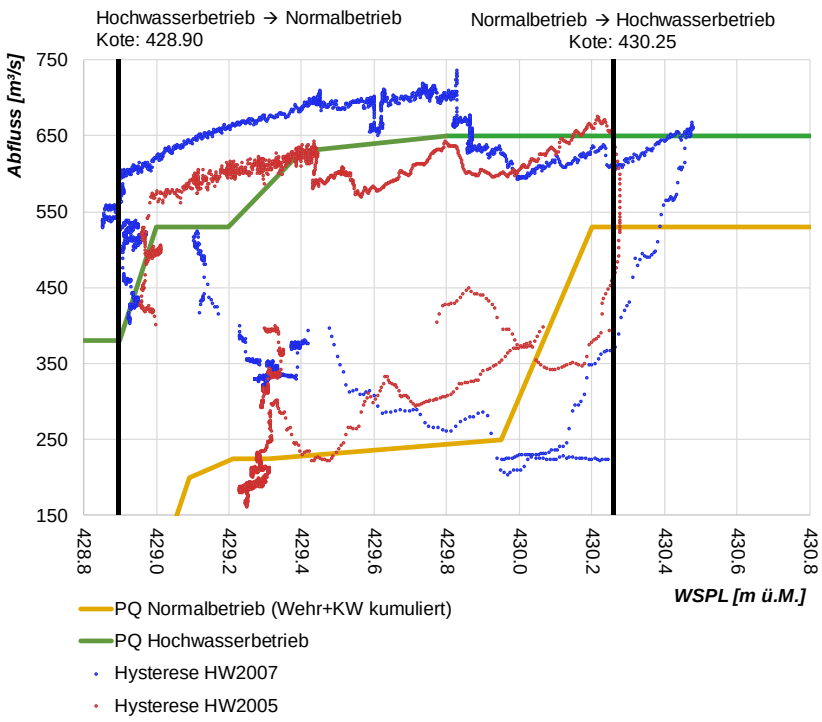


Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

Was geschieht am Wehr?

Pegel-Abfluss Beziehung

- Im Normalbetrieb kommt das Regulierreglement des Monats August zur Anwendung
- Bei einem kritischen Pegel: Umschalten auf Hochwasserbetrieb
- Im Hochwasserbetrieb: Maximaler Abfluss möglichst lange halten
- Hochwasserbetrieb beinhaltet den Entlastungsbetrieb
- Bei niedrigem Seewasserstand wird auf Normalbetrieb zurückgeschaltet



Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

Fazit

- Vereinfachung der Modellierung unter der Betrachtung "Was geschieht am Wehr?"
- Modellierung führt zu guten Ergebnissen bei den Hochwasserereignissen 2005 und 2007.
- Prognoseregulierung und Vordrosselung kann nicht berücksichtigt werden.

Recheneffizienz

- Das Modell besteht aus 387475 Elementen
- Es deckt eine Fläche von 623.65 km² ab.
- Der minimale interne Zeitschritt beträgt zwischen 0.15 und 0.20 s

Berechnungszeit CPU (12 Cores):

1219101/12 s für 1872000 s Simulationsdauer (21.67d) = **RTS 18.5**

Berechnungszeit GPU (NVIDIA Tesla P100):

9900 s für 1872000 s Simulationsdauer (21.67d) = **RTS 189**

Besten Dank!