

Numerische Modellierung einer Entlastungsrinne mit der Software OpenFOAM

Student



Lukas Schneider

Ausgangslage: Die Entlastungsrinne eines seit längerem in Betrieb stehenden Wasserkraftwerks in der Schweiz wurde in der Vergangenheit beschädigt und muss saniert werden. Bei dieser Gelegenheit wird die gesamte Struktur unter Berücksichtigung der engen Rahmenbedingungen innerhalb der bestehenden Anlage optimiert. Die Aufgabe der Entlastungsrinne besteht darin, bei einem Lastabwurf oder einem Notschluss in der Kraftwerkszentrale, das Triebwassersystem zu entlasten und bis zu $8 \text{ m}^3/\text{s}$ in einen Vorfluter zu leiten. Die Entlastungsrinne verläuft unterirdisch und weist eine Gesamtlänge von rund 60 m, einen Rechteckquerschnitt von 1.1 bis 2.0 m Breite und ca. 1.9 m Höhe und ein variables Gefälle von 0 bis 55% auf. Der Modellperimeter mit den einzelnen Bestandteilen ist in Bild 3 ersichtlich.

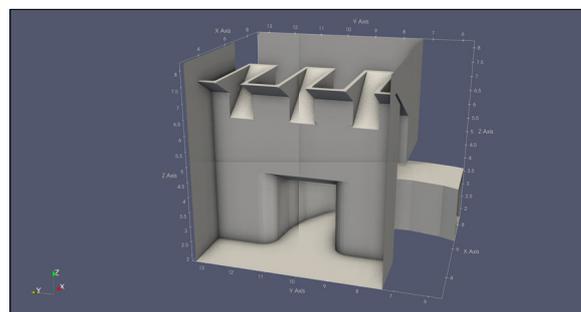
Ziel der Arbeit:

- Entlastungsrinne, inklusive Klaviertastenwehr (KTW), mit OpenFOAM in 3D modellieren
- Mögliche Schadensursachen aufzeigen
- Untersuchung Lufteintrag durch KTW
- Bedarf von Be- und Entlüftungsöffnungen klären
- Mögliches Auftreten von Kavitation untersuchen

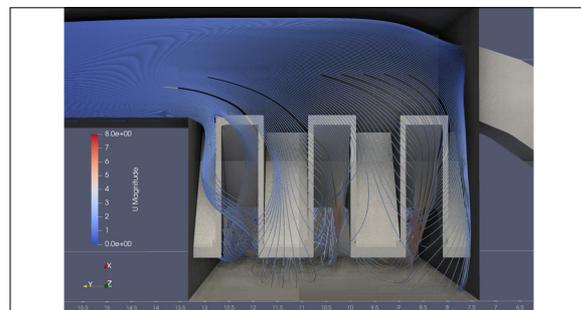
Ergebnis: Aufgrund der Grösse des Modells wurde es in zwei Abschnitte unterteilt, wobei die Grenze der Abschnitte beim Auslauf aus der Toskammer lag (vgl. Bild 3). Die Ergebnisse der Modellierung der Überfallsektion mit KTW stimmen gut mit der Realität überein (vgl. Bild 2). Bei der Modellierung des gesamten Modellperimeters inklusive der Entlastungsrinne zeigten sich Probleme bei der Simulation. Lediglich mit einem relativ groben Netz, mit konstanter Zellengrösse von $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$ konnte eine stabile Simulation erreicht werden. Aufgrund der

ungenügenden Auflösung des Netzes im Bereich des KTW, konnten allerdings nur ungenaue Resultate erzielt werden. Die Fliessverhältnisse konnten anhand einer Senkkurvenberechnung abgeschätzt werden, sodass die Beurteilung möglicher Schadensmechanismen und des vorgesehenen Sanierungskonzepts durchgeführt werden konnte.

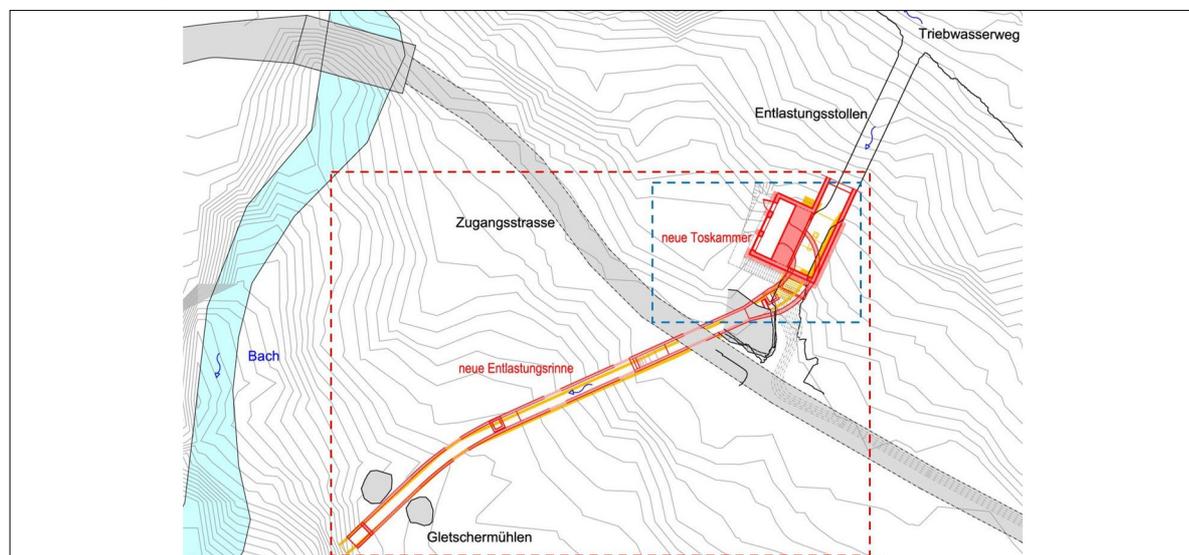
3D-Modell der Überfallsektion mit Klaviertastenwehr (Blick vom UW). Einlauf oben links (hinten), Auslauf unten rechts. Eigene Darstellung



Visualisierung der asymmetrischen Anströmung des Klaviertastenwehrs bei $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ mit Strömungslinien. Eigene Darstellung



Modellperimeter der Entlastungsrinne. Der gesamte bzw. der verkürzte Modellperimeter ist rot bzw. blau eingerahmt. Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Davood Farshi

Themengebiet
Civil Engineering