

Pumpspeicherwerk Limmern – Hydraulische Modellversuche der Ein- und Auslaufbauwerke, Unterbecken Limmernsee 2007/2008

Michael Müller, Giovanni De Cesare

Auftraggeber: Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL)

Einleitung

Die heutigen Anlagen der Kraftwerke Linth-Limmern weisen eine installierte Leistung von 340 MW auf. Das Ausbauprojekt Linth 2015 KW Limmern (Abbildung 1) sieht ein neues, unterirdisch angelegtes Pumpspeicherwerk vor, welches Wasser aus dem Limmernsee in den 630 Meter höher gelegenen Muttsee pumpen und bei Bedarf wieder zur Stromproduktion nutzen kann. Das neue Werk soll eine Leistung von 1000 Megawatt aufweisen.

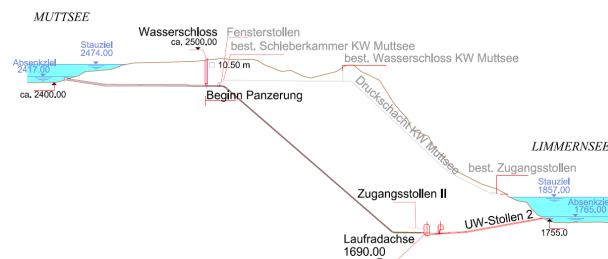


Abbildung 1: Längenprofil der Anlage KW Limmern

Projektziele

Zu besagtem Ausbauprojekt gehören insbesondere die ober- (Muttsee) und unterwasserseitigen (Limmernsee) Ein- und Auslaufbauwerke. Die optimale Lage, Ausrichtung, Ausbildung und Betrieb dieser Bauwerke wurde mit hydraulischen Modellversuchen überprüft. Dazu wurden folgende Aspekte analysiert:

- Funktionsfähigkeit der Bauwerke, allfällige Zusatzbauwerke zur Reduktion der Wirbelbildung
- Ein- und Auslaufbedingungen, Druckverluste
- Qualitative Untersuchungen bezüglich Ablagerungen, Aufwirbelung und Einzug von Sedimenten
- Untersuchungen bezüglich Eisbildung/Eisabwehr
- Gegenseitige Beeinflussung der beiden Bauwerke

Physikalisches Modell

Der Modellperimeter des Ein- und Auslaufbauwerkes Muttsee wurde so gewählt, dass die wesentlichen Einflüsse der Topographie auf die Strömungsverhältnisse berücksichtigt werden können und die Modellbegrenzung zu keinen wesentlichen Beeinflussungen führt.



Abbildung 2: Hydraulisches Modell der Einlaufbauwerke

Mit einem Massstab von 1:36 (Abbildung 2) kann die Wirbelbildung einwandfrei nachgebildet und das Luftenzugspotential (Wirbel mit Luftkern) korrekt ermittelt werden.

Resultate und Vorschläge

Die Resultate der Modellversuche erlaubten, folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

Wirbelbildung: Die Wirbelbildung über den Einläufen kann mit je ein Querträger über den Bauwerken reduziert werden (Abbildung 3). Diese wirken zum einen als direktes Hindernis für die Wirbel und zum andern als Injektor. Die optimale Wirkung der Träger ist von ihrer Grösse und ihrer Position über den beiden Fassungen abhängig.

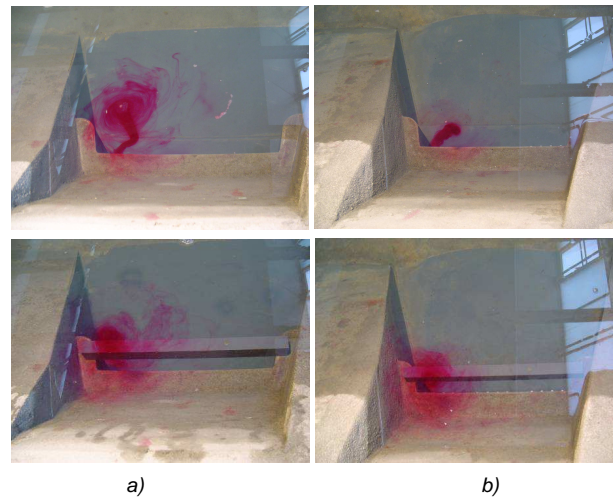


Abbildung 3: Wirbelbildung über den Einlaufbauwerken
a) Fassung Ost, b) Fassung West

Ein- und Auslaufbedingungen: Die zufließenden Wassermassen sind gleichmässig über die Breite der Einläufe verteilt und die Eintrittsgeschwindigkeiten liegen in einem üblichen Bereich. Der ausströmende Wasserstrahl ist jedoch instabil und konzentriert sich nur auf 2/3 des Querschnittes. Dieses Phänomen verursacht hohe Ausflussgeschwindigkeiten und rückläufige Strömungen auf den Aussenseiten der Fassung. Durch den Einbau von zwei Leitmauern im Innern der Fassungen konnte die Strömungsverteilung verbessert werden. Die Druckverluste sind sowohl im Turbinier- wie auch im Pumpbetrieb relativ gering.

Sedimenttransport: Im Pumpbetrieb, werden nur sehr kleine Korngrößen erodiert und dies nur in unmittelbarer Nähe zum Rechen. Im Turbinierbetrieb werden die Sedimente auf der Schwelle unmittelbar vor dem Rechen nahezu gänzlich erodiert und in Richtung See transportiert. Demzufolge sollten im normalen Betrieb mit abwechselnden Turbinier- und Pumpsequenzen kaum Feinsedimente eingezogen werden.

Eisbildung und Eisabwehr: Eine minimale Überdeckung sowie die Überwachung der Eisschicht über den Bauwerken sind nötig, um bei Bildung einer Eisschicht eine Verlegung der Rechen durch Eisplatten zu verhindern. Dem Risiko einer Eisnadelbildung („Frazil Ice“) und deren Festsetzung auf den Rechen kann mit betrieblichen und baulichen Massnahmen entgegnet werden.