

Master Thesis

Modellbasierte Optimierung des Regelbetriebs eines Wasserkraftwerks am Beispiel Innertkirchen 1

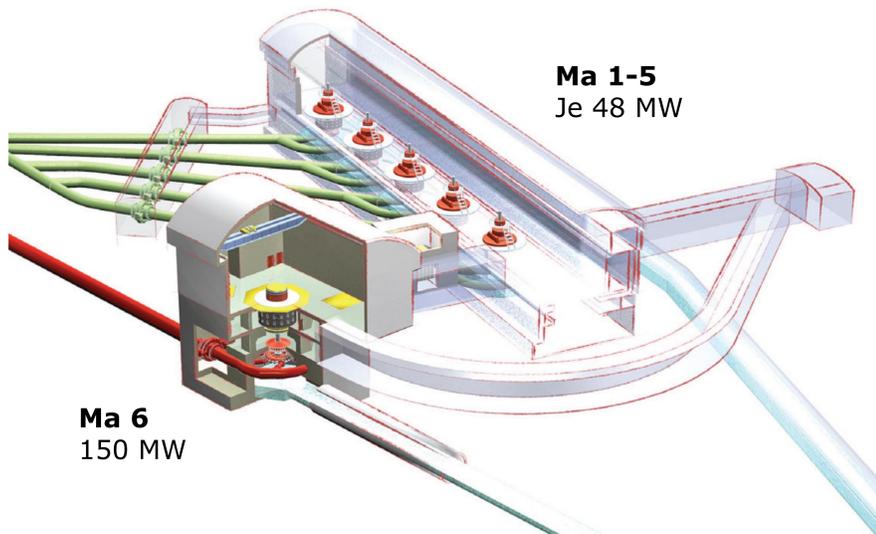


Abb. 1: Kraftwerk Innertkirchen 1 der KWO

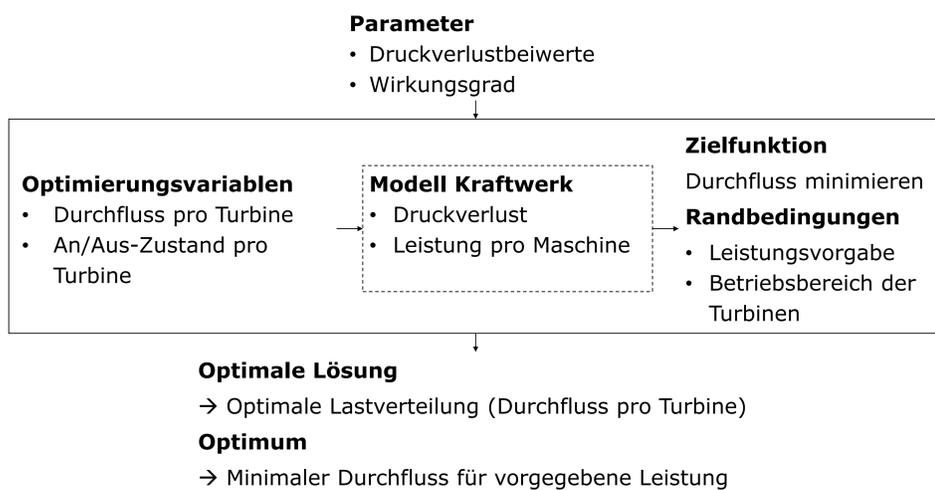


Abb. 2: Aufbau Optimierungsmodell

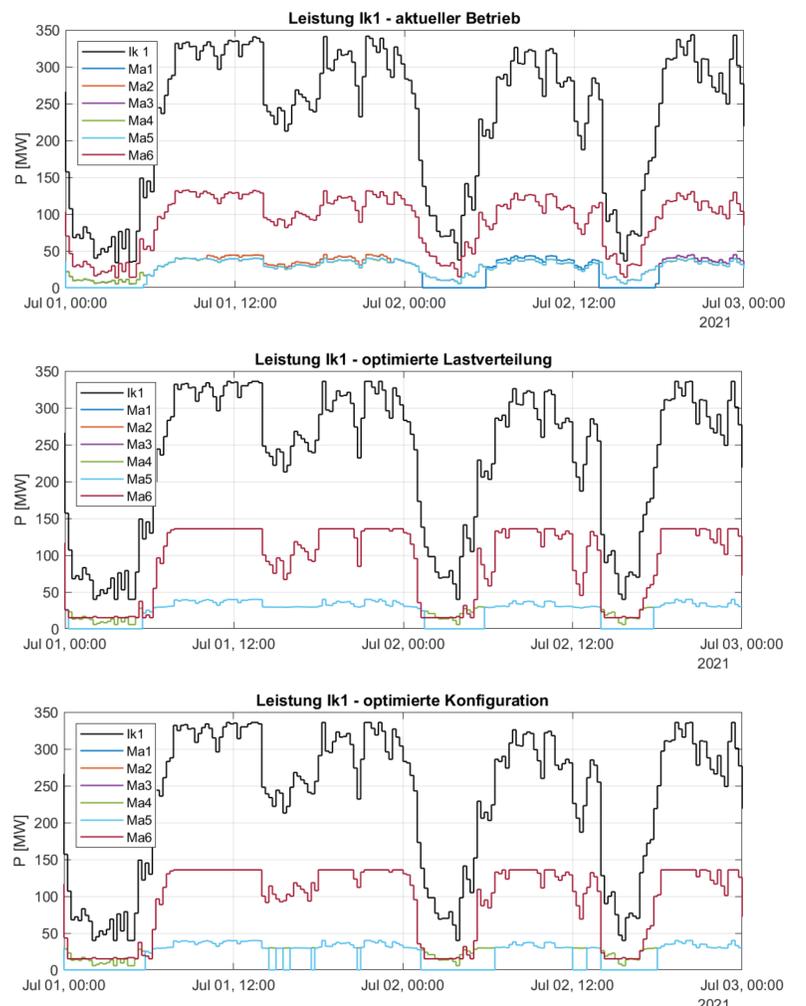


Abb. 3: Einfluss vom Regelbetrieb auf die Lastverteilung. Aktueller Betrieb (oben), Variante 1 (mittig) und Variante 2 (unten)

Ausgangslage

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) betreiben und unterhalten Wasserkraftanlagen. Die Turbinen der KWO stellen hauptsächlich Regel- und Spitzenenergie zur Verfügung, da mit den Wasserkraftwerken schnelle Laständerungen möglich sind.

Die Verteilung der Leistung erfolgt im übergeordneten Kraftwerksregler. Die Turbinen werden in der Regel alle im gleichen Lastbereich betrieben. Es ist anzunehmen, dass diese Konfiguration nicht die bestmögliche ist, da nicht alle Turbinen identische Wirkungsgradcharakteristiken aufweisen.

Das Optimierungspotenzial der Energieproduktion des Kraftwerks Innertkirchen 1 soll aufgezeigt werden. Dafür soll mit Hilfe von mathematischen Optimierungsmethoden der Maschineneinsatz und die Leistungsverteilung auf die Turbinen bestimmt werden. Es soll ein Vorschlag für den optimierten Regelbetrieb und dessen Implementierung in das System erfolgen

Vorgehen

Das mathematische Optimierungsmodell in Abb. 2 bildet den Hauptteil der Arbeit. Das Modell berücksichtigt den Druckverlust im Triebwassersystem und die Energieumwandlung in den Turbinen.

Die Umsetzung des Modells erfolgt mit der Optimierungs-Toolbox in Matlab mit einer gradientenbasierten Methode. Die Validierung bestätigt durch den Vergleich mit Messungen, dass das Modell die Anlage korrekt abbildet.

Resultate

Es werden zwei Varianten des optimierten Regelbetriebs untersucht und mit vergangenen Betriebsdaten verglichen (Abb. 3).

Die Variante 1 optimiert die Lastverteilung bei gleichbleibender Anzahl Turbinen im Einsatz. Damit kann der Wasserverbrauch um rund 0.24 % reduziert werden, was einer zusätzlichen Energieproduktion von bis zu 1.9 GWh entspricht.

Die Variante 2 beinhaltet zusätzlich den Maschineneinsatz und erfordert mehr Starts und Stopps. Dafür ist eine Verbrauchsreduktion von rund 0.44 % bzw. eine zusätzlichen Energieproduktion von bis zu 3.6 GWh möglich.

Die Implementierung des optimierten Regelbetriebs ist möglich, wirtschaftlich und wird empfohlen.

Roland Beutler

Betreuer:
Prof. Ralf Baumann

Experte:
Beat Bucher

Kooperationspartner:
Kraftwerke Oberhasli AG

