

## MASTERARBEIT: Physikbasierte und datengetriebene Analyse des Wirbelzopfes in einer Francis-Turbine zur Optimierung aktueller Strömungskontrollmethoden

Der zunehmende Anteil erneuerbarer Energiequellen wie Wind- und Solarenergie bringt eine zunehmende Volatilität des Stromnetzes mit sich. Dies stellt zusätzliche Anforderungen an die verbleibenden Kraftwerke, die wesentlich flexibler betrieben werden müssen. Wasserkraftwerke bieten eine nachhaltige Möglichkeit diese Volatilität durch Lastwechsel auszugleichen. Viele Wasserkraftwerke werden mit Francis-Turbinen betrieben, die für einen optimalen Betriebspunkt bei Vollast ausgelegt sind. Im Teillastbereich kann es im Saugrohr zu einer wirbelartigen Strömungsinstabilität, dem Wirbelzopf, kommen. Der Wirbelzopf erzeugt starke Druckpulsationen im Saugrohr, die dem Turbinenwirkungsgrad abträglich sind und zu gefährlichen Vibrationen und Resonanzen der Struktur führen können. Ein aktuelles Ziel bei der Konstruktion und dem Betrieb von Francis-Turbinen ist daher die Kontrolle des Wirbelzopfes, die eine Erweiterung des stabilen Betriebsbereichs erlaubt.



Abbildung 1: Kavitierender Wirbelzopf im Saugrohr einer Francis-Turbine (Seidel et al. (2014). *Dynamic loads in Francis runners and their impact on fatigue life. IOP conference series: earth and environmental science*, 22(3), 032054)

Die vorliegende Masterarbeit hat zum Ziel, **aktuelle Strömungskontrollmethoden** im Hinblick auf den Wirbelzopf zu **optimieren**. Für diesen Optimierungsprozess werden **modernste physikbasierte und datengetriebene Methoden** eingesetzt, wobei der Schwerpunkt auf der **linearen Stabilitätsanalyse** und der **Spectral Proper Orthogonal Decomposition** liegt. Um den Wirbelzopf zu identifizieren, werden diese fortgeschrittenen Methoden auf ein Strömungsfeld angewandt, welches aus einer Large-Eddy-Simulation einer realistischen Francis-Turbine in einer hochkomplexen turbulenten Strömung stammt. Anschließend wird eine **adjungierte Analyse** durchgeführt, um die rezeptivsten und sensitivsten Regionen des Wirbelzopfes zu identifizieren. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse können die derzeitigen **passiven und aktiven Strömungskontrollmethoden** optimiert werden.

Die Masterstudentin/der Masterstudent wird an einem **hochrelevanten Problem aus dem Bereich der erneuerbaren Energien** arbeiten. Sie oder er wird von einem **interdisziplinären Forschungsumfeld** profitieren, das industrierelevante Forschung mit modernen Datenanalysemethoden und grundlegenden physikalischen Konzepten verbindet.

Für weitere Fragen bitte Jens Müller ([jens.mueller@tu-berlin.de](mailto:jens.mueller@tu-berlin.de)) kontaktieren. Bei Interesse diese Masterarbeit zu bearbeiten, bitte Lebenslauf und aktuelle Notenübersicht beifügen.