

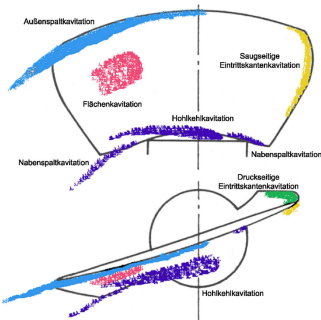


Thomas Kipfer

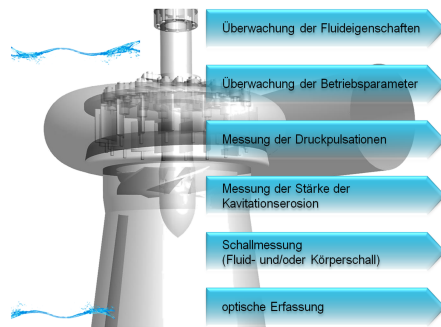
|                |                        |
|----------------|------------------------|
| Diplomand      | Thomas Kipfer          |
| Examinator     | Alfred Züger           |
| Experte        | --                     |
| Themengebiet   | Wasserkraft            |
| Projektpartner | Rittmeyer AG, Baar, ZG |

## Detektion von Kavitation bei Kaplan-Turbinen

### Eine Grundlagenstudie zu den Kavitationsmessverfahren



Kavitationsformen in einer Kaplan-Turbine (Quelle: Pastushenko, Kavitation in Wasserturbinen, 2006, Bild 1.4 Seite 4)



Detektionsmethoden der Kavitation im Überblick

|           | Charakteristische Bilder | Zeitliche Mittelwerte | Standardabweichungen |
|-----------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| Zustand I |                          |                       |                      |
| Zustand 5 |                          |                       |                      |

optische Messung (Quelle: Bachert, Zus. zwischen visueller Erscheinung und erosiver Aggressivität kavitierender Strömungen, 2004, Bild 7.7 Seite 71)

**Einleitung:** Die Kaplan-Turbine ist eine axial durchströmte Wasserturbine. Sie geht aus einer Weiterentwicklung der Francis-Turbine durch den Ingenieur Viktor Kaplan hervor und verfügt über verstellbare Laufschaufeln. Ein zugehöriges Leitwerk regelt die Durchströmung, wobei das Wasser in einen Drall versetzt wird und somit parallel zur Welle auf die Laufschaufeln trifft. Bei der Kaplan-Turbine handelt es sich um eine Überdruckturbine. Der Wasserdruck nimmt in Strömungsrichtung über die Turbine stetig ab. Als direkte Folge des niedrigen Drucks im Saugbereich neigt die Kaplan-Turbine leicht zur Kavitation. Für den Betrieb einer Kaplan-Turbine gibt der Hersteller Grenzen vor, die hinsichtlich einer Gefährdung durch einsetzende Kavitation nicht überschritten werden dürfen. Eine kavitierende Anlage führt zu einem hohen Verschleiss der Komponenten durch Erosionserscheinungen, was mit hohen Kosten für die Instandhaltung und die Stillstandszeiten verbunden ist. Zurzeit folgen die Betriebsgrenzen aus Berechnungen zu den anlagenspezifischen Gegebenheiten, wozu beispielsweise der Pegelstand des Unterwassers, der Luftdruck oder die durchströmende Wassermenge zählen. Das Einsetzen von Kavitation hängt jedoch von weiteren Kenngrößen ab, wie der Beschaffenheit des Wassers oder dem Zustand der Schaufeloberfläche, wodurch die Betriebsgrenzen mit einem Sicherheitsfaktor bemessen werden. Eine optimale Auslastung der Anlage und somit eine hohe Leistungsabgabe erfordert den Betrieb nahe der Kavitationsgrenze, womit sich ein Online-Messverfahren der Kavitation für die Verminderung des Schadensrisikos aufdrängt.

**Aufgabenstellung:** Die vorliegende Arbeit soll anhand einer Marktanalyse mögliche Systeme aufzeigen, mit denen sich Kavitation in einer Kaplan-Turbine messen lässt. Im weiteren Verlauf gilt es die Systeme im Hinblick auf ihre Tauglichkeit als Detektor für einsetzende Kavitation zu beurteilen.

**Ergebnis:** Bei einem abschliessenden Vergleich der Detektionsmethoden zeigte sich, dass Messeinrichtungen im Strömungsbereich einerseits einen erheblichen Aufwand für den Unterhalt verursachen und andererseits keine bessere Messgrundlage liefern, als die Methoden, welche Kavitation von der Saugrohrassenseite her detektieren können. Solange es sich nicht um explizite Anwendungen in der Forschung handelt, bietet die Körperschallmessung mit der Winkelauflösung die momentan besten Voraussetzungen, um die Kavitation in einer Kaplan-Turbine zu erfassen.