

## Hydro Inspection

Entwicklung einer Unterwasser-Inspektionsmethodik zur optimierten Revisionsplanung bei Wasserkraftwerken

<b>Programm / Ausschreibung</b>	FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, InDiss FZOE 2022	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.01.2023	<b>Projektende</b>	30.06.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Unterwasser-Inspektion, Laservermessung, Photogrammetrie, Wasserkraft, ROV		

### Projektbeschreibung

Die unter Wasser liegenden relevanten Anlagenteile von Wasserkraftwerken werden derzeit i.d.R. in empirisch festgelegten Intervallen im trockengelegten Zustand bzw. fallweise zusätzlich durch Taucher inspiziert. Aufgrund der Tiefe bzw. aus sicherheitstechnischen Gründen sind Tauchereinsätze teilweise nicht möglich bzw. sinnvoll. Sowohl Tauchereinsätze wie auch die Trockenlegungen von Anlagenteilen sind sehr zeitaufwändig und daher mit hohen Kosten verbunden. Tauchereinsätze stellen zudem immer ein Sicherheitsrisiko für die Taucher selbst dar. Mit speziellen Inspektionsgeräten ausgestattete Unterwasser-Trägerplattformen, sogenannte Remotely Operated Vehicles, könnten zukünftig entscheidend zu einer effizienteren, sichereren und qualitativ verbesserten Anlageninspektion in der Wasserkraft beitragen.

Die Anlageninspektionen umfassen nicht nur die visuellen Kontrollen, sondern erfordern insbesondere im Bereich der Turbinen auch eine möglichst genaue Vermessung, um die Schädigung durch Erosion oder Kavitation mit einer Messgenauigkeit im Submillimeter-Bereich beurteilen zu können. Dazu müssen derzeit die Anlagen durch Abdämmen trockengelegt und anschließend vermessen werden, da Methoden für die genaue Unterwasservermessung von Turbinen und Stahlwasserbau-Anlagen für die Wasserkraft aus unterschiedlichen Gründen bislang noch nicht zur Verfügung stehen.

Mit Hilfe von Laser-/Kamera-Systemen in Kombination mit Trägerplattformen soll vor diesem Hintergrund nun im Rahmen einer Dissertation eine neue Methodik zur Nass-Inspektion entwickelt werden. Die Herausforderung besteht insbesondere in der Messaufgabe unter herausfordernden Inspektionsbedingungen (Strömung & Trübung). Es soll gezeigt werden, inwieweit die über Wasser bereits etablierten Technologien (Laservermessung, Photogrammetrie) für eine Zustandsbeurteilung von unter Wasser liegenden Stahlwasserbau-Anlagen in der Wasserkraft eingesetzt werden können. Gegenüber bestehenden Lösungen zeichnet sich der avisierte Ansatz durch Nutzung von Scan- und Bilddaten aus, wovon eine Steigerung der Vollständigkeit, Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messergebnisse erwartet wird.

### Abstract

Relevant submerged parts of hydropower plants are currently inspected in empirically determined intervals in a drained state and occasionally also by divers. Due to depth and for safety reasons, diving is not always possible or advisable. Both

diving operations and the draining of submerged plant components are very time-consuming and expensive. In addition, diving operations always pose a risk to the divers themselves. In future underwater vehicles, so-called Remotely Operated Vehicles (ROV), equipped with special inspection equipment could make a decisive contribution to more efficient, safer and qualitatively improved inspections in hydropower.

Plant inspections not only include visual checks, but also require the most accurate measurement possible, especially in the area of turbines, in order to be able to assess damage caused by erosion or cavitation with a measurement accuracy in the submillimeter range. For this purpose, the turbines currently have to be drained by damming and then surveyed, since methods for accurate underwater surveying of hydraulic steel structures for hydropower are not yet available for various reasons.

With the help of laser/camera systems in combination with carrier platforms, a new methodology for wet inspection is now to be developed against this background within the scope of a dissertation. The challenge is in particular the measurement task under challenging inspection conditions (flow & turbidity). It is to be shown to what extent the technologies (laser surveying, photogrammetry) already established in air can be used for a condition assessment of submerged hydraulic steel structures in hydropower. Compared to existing solutions, the proposed approach is characterized by the simultaneous use of scan and image data, which is expected to increase the completeness, reliability and accuracy of the measurement results.

## **Endberichtkurzfassung**

Im ersten Schritt wurde zur Erprobung der Unterwasser-Photogrammetrie als Methodik für die Zustandsdokumentation von unter Wasser liegenden Anlagen bei Wasserkraftwerken ein Teleskopkamera-System entwickelt. Das System wurde bei einem Testfeld im Bereich des Kraftwerkes Peggau erprobt und optimiert. Die Ergebnisse stellten die Basis für die in weiterer Folge durchgeführten photogrammetrischen Auswertungen im Bereich von Turbinenschaufeln und Talsperren dar.

Durch Testung und Optimierung von Remotely Operated Vehicles (ROV) in Kombination mit teilweise selbst entwickelten Kamera/Beleuchtungs-Systemen konnten erstmalig großflächige photogrammetrische 3D Modelle (>1.000 m<sup>2</sup>) der Wasserseite von Talsperren erzeugt werden. Damit konnte demonstriert werden, dass die Oberflächendokumentation auf der Wasserseite von Talsperren grundsätzlich auch ohne Trockenlegung möglich ist.

Für unterschiedliche Inspektionsaufgaben im Bereich von Laufwasser- und Pumpspeicherkraftwerken konnte ein ROV-System entwickelt und mit rund 40 Inspektionen im Jahr 2024 als Standard in der VERBUND Wasserkraft etabliert werden. Dadurch konnten gefährliche Tauchereinsätze minimiert und nachweislich mind. 480 MWh Erzeugungsverluste vermieden werden. Beispielsweise nach Hochwasserereignissen bietet das System eine praxistaugliche, effiziente Inspektionsmöglichkeit. Konkret konnte u.a. gezeigt werden, dass die Schleusen bei Donaukraftwerken durch den Einsatz von ROV/Sonar-Systemen nach Hochwassersituationen schneller freigegeben werden können.

Zudem konnte im Projekt eine praxistaugliche Methodik zur Lokalisierung von Leckagen bei Wärmetauschern entwickelt werden. Nachdem dieser Bereich aus sicherheitstechnischen Gründen für Taucher nicht zugänglich ist, mussten die Maschinen bislang zur Schadensbewertung abgedämmt und trockengelegt werden. Durch die Beaufschlagung der Leitungen mit Druckluft bzw. die austretenden Luftblasen sind nun die Schadstellen mithilfe eines Multibeam-Sonars am ROV auch bei sehr großer Trübung schnell auffindbar und damit dokumentierbar. Auf diese Weise kann eine Bewertung des Schadens und gezielte Vorbereitung der Reparaturarbeiten ohne Trockenlegung im Sinne minimaler Stillstandszeiten bzw.

Erzeugungsverluste erfolgen.

Laufgradinspektionen haben sich trotz geschlossenem Leitapparat aufgrund der Spaltströmung mit dem ROV-System als sehr herausfordernd erwiesen. Ziel ist die vollständige Zustandsdokumentation der Laufschaufeln zur Bewertung von Abnutzungserscheinungen ohne aufwändige Trockenlegung. Vereinzelt konnte mit photogrammetrischen Methoden demonstriert werden, dass Abnutzungserscheinungen im mm-Bereich vermessen werden können. Damit können die Inspektionen zukünftig dazu beitragen, die bislang erfahrungsbasierten Revisionsintervalle zunehmend auf zustandsorientierte Revisionsintervalle umzustellen.

## **Projektpartner**

- VERBUND Hydro Power GmbH