Ethohydraulische Forschung

Es werden zwei Sätze von Sensoren während der Projektlaufzeit entwickelt. Der erste ist ein nicht-invasives Biologger Syste genannt Backpack Sensoren, die an der Rückenflosse von Fischen mit einem Gewicht von 3-5 g und einer Größe v 25x14x4mm³ (LxHxB). Vergleichstests zeigten eine geringe Veränderung der Schwimmfähigkeiten und eine vernachlässigba Änderung der Passagezeit flussabwärts für Regenbogenforellen mit mehr als 250 mm Körperlänge. Die Sensoren erfassen Dru Beschleunigungen und Orientierung mit bis zu 2048 Hz auf. Dies ermöglicht die Erkennung von Barotraumarisiken, vor allem ab zur die Verfolgung von Schwimmaktivitäten und Kollisionen. Die RETERO Rucksack-Sensoren sind perfekt sowohl für Bewertung von Wasserkraftwerken als auch für ethohydraulische Studien geeignet und liefern neue und wichtige Erkenntnis über das Verhalten bei der Passage von Wasserbauwerken. Erste Tests mit Aalen und Plötzen wurden in einer groß Archimedischen Schraube in Belgien durchgeführt und zeigten signifikante Verhaltenseffekte und Unterschiede beim Vergle von passiven und fischmontierten Sensoren.

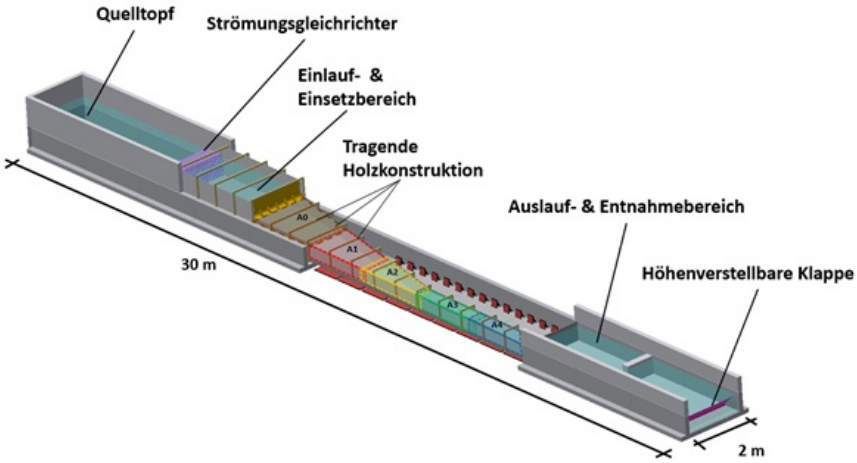
RETERO-Rinne

Die ethohydraulische Versuchsrinne weist eine Gesamtlänge von L = 30,0 m auf und besteht aus 4 Teilbereichen. Der erste, a Betonelementen und Mauerwerk errichtete, Bereich umfasst den Quelltopf, in dem die Rinne mit Durchflüssen von bis zu Q_{ma} 500 l/s gespeist werden kann und einen Strömungsgleichrichter. Der daran anschließende zweite Teilbereich wurde Hartschaumplatten aufgebaut und hat eine Breite von B = 2,0 m. Er dient außerdem während der Fischversuche Einsetzbereich. Der dritte Teil ist das Herzstück des Modellversuchs. Hier beginnend geht die Rinne von einem offenen in geschlossenes Gerinne über. Der aus Plexiglas auf einer Holzkonstruktion gefertigte Drucktunnel hat eine Länge von L = 12,5 Auf den ersten 7,5 m verjüngt sich die Breite linear von B = 2,0 m auf B = 0,45 m. Die weiteren 5,0 m geschlossene Rinne weis dann wiederum eine konstante Breite von B = 0,45 m auf. Dieser dritte Bereich hat ein Gefälle von 1,67 % und dient während Fischversuche als Beobachtungsbereich. Der vierte und letzte Teil der Rinne ist als offenes, 2,0 m breites Gerinne (Beton u Mauerwerk) ausgeführt und wird von einer höhenverstellbaren Klappe abgeschlossen. Über letztere kann der Wasserstand du Rückstau im gesamten Modell reguliert werden. Weiterhin sind hier Störelemente verbaut, welches die Strömungsgeschwindigk wieder reduzieren. Ein Rechen dient als Hindernis für die absteigenden Fische, so dass diese nicht über die Klappe in d Tiefspeicher des Labors gelangen können. Vor dem Rechen werden die Versuchstiere nach erfolgreichem Abstieg entnommen.

Die gewählte Geometrie des Drucktunnels führt im ersten, konisch zulaufenden Teil zu einer kontinuierlichen Beschleunigung Strömung, so dass letztlich abhängig vom eingestellten Durchfluss im konstant breiten Teil Fließgeschwindigkeiten im Bereich maximalen Sprintgeschwindigkeit der Fische erreicht werden.

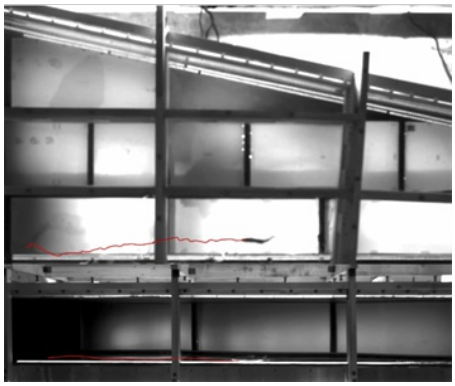
Neben der Untersuchung der Fischreaktionen auf beschriebenen longitudinalen Gradienten, kann durch den Einbau ei Umlenkwand im Einsetzbereich ein transversaler Gradient im vorderen Bereich des Drucktunnels erzeugt werden. Weiterl wurde für die Versuche mit Flussbarschen im Herbst 2022 eine Schwelle geschlossenen Teil der Rinne eingesetzt, welche ei klarere Zonierung des räumlichen Geschwindigkeitsgradienten in Fließrichtung erzeugt.

Das gesamte Modell kann dank einer Umhausung komplett abgedunkelt werden, so dass neben Tageslicht- au Nachtverhältnisse simuliert werden können.

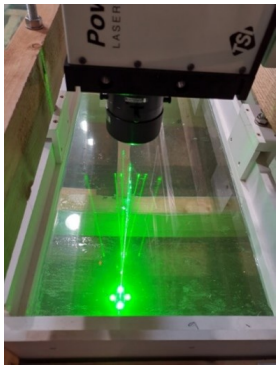


3D-Videotrackingsystem

Zur Aufzeichnung des Fischverhalte wurde der Beobachtungsbereich in sogenannte Arenen (je L = 2,5 aufgeteilt. Dabei wurden für die Arenen bis A4 jeweils eine Kamera über der Rin und eine Kamera seitlich positioniert, dass eine dreidimensionale Auswertu der Fischpfade erfolgen kann. In d zweiten Projektphase ab 2022 wurde d Trackingsystem um Arena A0 erweit (Abb 1.). Weil der Druckbereich auf d ersten 2,5 Metern seitlich aufgrund ein Betonelements nicht einsehbar ist, wur dieser Bereich als Arena 0 zumindest v oben mit 2 zusätzlichen Kameras ausgestattet.



Zur Erzeugung verwertbarer Videoaufnahmen muss die Rinne so ausgeleuch werden, dass der Fischkörper auch bei Nachtverhältnissen erkennbar ist. Dazu wur ein Beleuchtungsystem aus einem IR-Strahler-Array entwickelt.



Das hat den Vorteil, dass die gewählte Wellenlänge im nichtsichtbaren Bereich der Fische liegt und somit das Verhalten nicht beeinflusst. Damit der Fisch als eine dunkle Silhouette vor einem gleichmäßigen hellen Hintergrund zu erkennen ist, wurden die vom IR-Array beleuchteten Plexiglaswände mit Diffusorfolien ausgestattet. (Abb. 2) Während der Fischversuche werden die Videoaufnahmen automatisch gestartet und mithilfe von IR-Blinksignalen im Nachhinein synchronisiert. Durch gleichzeitige Magnetimpulse von einer Spule können die Rucksacksensoren ebenfalls mit den Trackingdaten synchronisiert werden.

Hydraulische Messungen

Zur Beschreibung der Rinnenhydraulik wurden neben der Numerischen Simulation des ISUT physikalische Messungen am Moc durch das IWD vorgenommen. Es wurden acht Querschnitte im Beobachtungsbereich mit einem 2D-Laser-Doppler-Anenome (*TSI*) hochaufgelöst vermessen (Abb. 3). Für die Hydraulik der Hypothese mit Umlenkwand wurden ADV-Messungen (*Niv* Keilsensoren & *Vectrino*) vorgenommen. Während der Fischversuche werden fortlaufend der Modellzufluss (MID), sowie d Wasserstände (Ultraschallsonden) im Einsetz- und Entnahmebereich aufgezeichnet.