

Low-Impact-Bootsantrieb durch Transversale Wellen: Machbarkeitsstudie

Entwicklung Testaufbau

Diplomand



Mattis Lamprecht

Ausgangslage: Für die Erforschung der Biodiversität und für Transporte in Naturschutzgebieten werden emissionsarme und leise Fortbewegungsmittel zu Wasser benötigt. Bionische Antriebsprinzipien, abgeleitet von der Fortbewegung von Fischen, bieten ein grosses Potenzial, um herkömmliche Bootsantriebe zu ersetzen und so Lärmemissionen sowie Verletzungsgefahren für die Fauna zu minimieren. Ziel dieser Arbeit ist es, die Machbarkeit eines neuartigen «Low-Impact-Bootsantriebs» zu evaluieren, der das Prinzip flexibler Apnoetaucherflossen mit elektrischen Linearmotoren kombiniert. Dazu gehört primär die Entwicklung eines modularen Testaufbaus, welcher es ermöglicht, die Komponenten für den bionischen Antrieb gezielt zu testen, die Kräfte zu messen und das System iterativ zu optimieren.

Vorgehen: Die Struktur der Arbeit beginnt mit dem Aufbau eines theoretischen Verständnisses der bionischen Fluidynamik, insbesondere der Lift-basierten BCF-Propulsion und der Inversen Kármánschen Wirbelstrasse. Darauf basierend erfolgte nach dem V-Modell die methodische Konzeption und Entwicklung einer Testanlage.

Es wurden verschiedene mechanische Antriebskonzepte ausgearbeitet, um den oszillierenden Flossenschlag nachzubilden, was die Evaluation von Trajektorien sowie den Einsatz von Federn, Gummiseilen und Prellböcken umfasste. Anschliessend wurde der Hardware-Prüfstand gebaut, bei dem die Kraftmessung über eine kardanische Gimbal-Konstruktion realisiert wurde. Abgeschlossen wurde die Methodik durch erste statische Pfahlzugtests am Pier zur Validierung der Messanlage und der Kinematik.

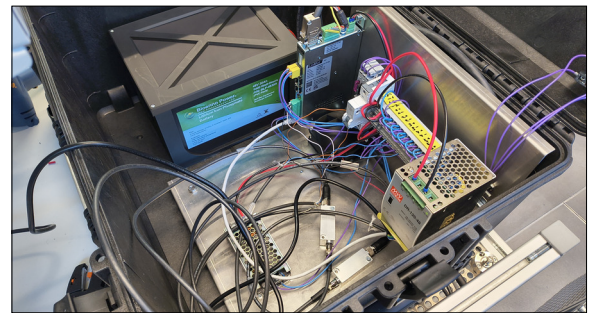
Fazit: Die Validierungstests zeigten, dass der entwickelte Prüfstand den bionischen Peitschenschlag («Kick-Back») der Flosse erfolgreich und messbar nachahmt. Bei einer idealen Frequenz von 0.5 Hz, einer Amplitude von 250 mm und 25 N Seil-Vorspannung konnte ein durchschnittlicher Dauerschub von 10 N gemessen werden.

Dies reicht für den direkten Schiffsantrieb noch nicht aus, was jedoch massgeblich auf das physikalische Artefakt der rein statischen Testmethode (fehlende hydrodynamische Frontalanströmung) zurückzuführen ist. Da der Fokus auf der Systemintegration lag, wurde die Antriebskonfiguration im Rahmen dieser Arbeit effektiv noch nicht auf maximale Leistung optimiert.

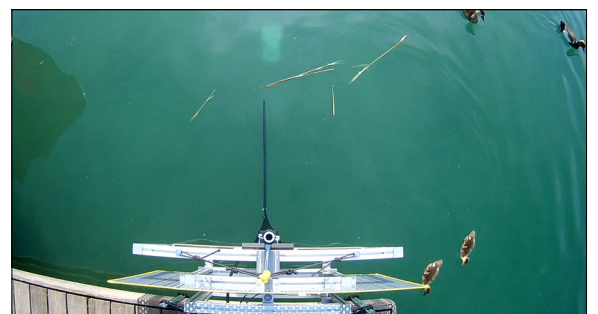
Das Fazit der Studie ist jedoch äusserst positiv bezüglich der künftigen Nutzbarkeit des Testaufbaus: Der validierte Prüfstand bietet eine fundierte, mechatronisch voll funktionsfähige Plattform, die für alle zukünftigen Entwicklungen und iterativen

Optimierungen – etwa für dynamische Fahrttests im Freiwasser oder die Erprobung alternativer Flossenmaterialien – direkt und flexibel eingesetzt werden kann.

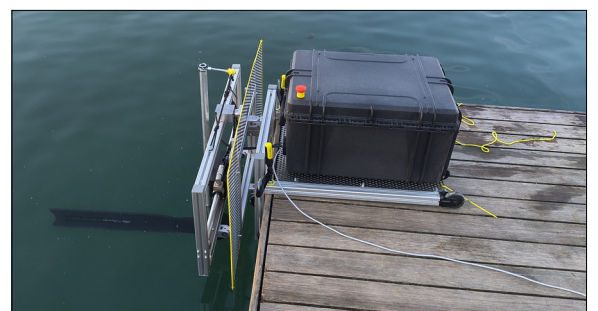
Elektronikbox
Eigene Darstellung



Draufsicht auf Flosse beim Testen
Eigene Darstellung



Testaufbau Montiert
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Yves Zimmermann

Korreferent

Dr. Nico Zimmermann,
TRUMPF Lasertechnik SE

Themengebiet

Mechatronik und
Automatisierungstechnik,
Konstruktion und
Systemtechnik,
Sensorik