



Diplomand Schnyder Lukas
Dozent Dr. Deniz Sabri
Projektpartner Institut IME, CC Fluidmechanik und numerische Methoden
Experte Dr. Schlienger Joel
Themengebiet Energien, Fluide und Prozesse

Kavitationsmessungen und numerische Strömungsberechnungen an einem speziellen Hydrofoil

Ausgangslage

Kavitation (lat. Cavitare «aushöhlen») ist ein komplexes strömungsmechanisches Phänomen, das bei hydraulischen Turbomaschinen, wie Pumpen und Hydro-Turbinen, den Wirkungsgrad und die Förderhöhe verringert, Lärm und Vibrationen verursacht und Komponenten beschädigt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Untersuchung des Kavitationsverhaltens an einem neu entwickelten Hydrofoil durchgeführt. Dieses Profil verfügt über eine bionische Vorderkante (Abb. 1), die potenziell die hydrodynamischen Eigenschaften verbessert.

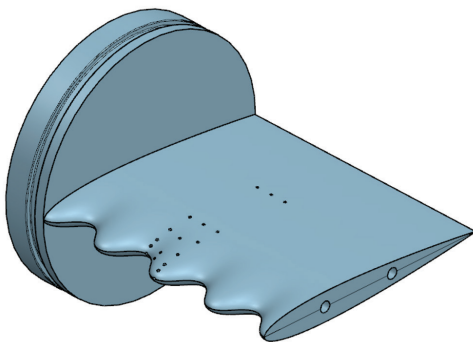


Abb. 1: NACA0012 mit bionischer Vorderkante

Vorgehen

Ziel ist es, die Druckverteilung und das Kavitationsgebiet unter verschiedenen Kavitationsbedingungen (Druckniveau) und Anstellwinkel (0° , 2° , 4° , 6° , 8° und 10°) zu analysieren und bewerten. Folgende Schritte werden durchgeführt:

- Druckmessungen am Pumpenprüfstand im Labor der Hochschule Luzern;
- Parallel zu den Messungen werden Strömungsvisualisierungen vom bionischen Hydrofoil durchgeführt (Abb. 2);
- Numerische Strömungsberechnungen (CFD) vom neuentwickelten Hydrofoil;
- Auswertung, Analyse und Bewertung der Messungen und CFD-Berechnungen.

Ergebnis

Die Resultate zeigten, dass der neue Hydrofoil im Vergleich zum NACA0012-Profil (beide Profile wurden am gleichen Prüfstand untersucht) nur an den Einbuchtungen Kavitation aufweist und nicht über die ganze Breite (Abb. 2). Bei mittleren Anstellwinkeln und niedrigen Druckniveaus zeigte der bionische Hydrofoil verbesserte Druckbeiwerte bezüglich der Gefahr von Kavitation (Abb. 3). Grössere Anstellwinkel führten zu verstärkter Ablösung, was die Vorteile der bionischen Vorderkante verringerte.

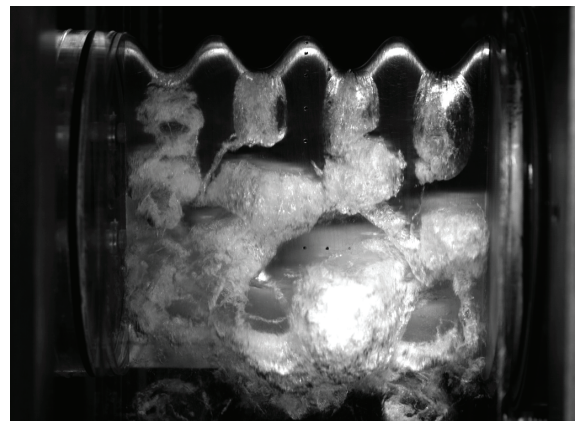


Abb. 2: Strömungsvisualisierung am NACA0012 mit bionischer Vorderkante

Kavitation dreidimensional zu simulieren, stellte sich als anspruchsvoll heraus, insbesondere bei komplexen Geometrien. Trotzdem sind die erzielten Ergebnisse nützlich für zukünftige Simulationen und Untersuchungen.

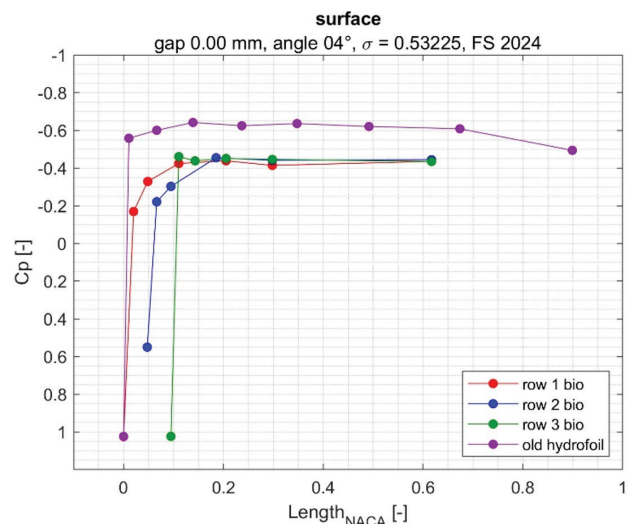


Abb. 3: Vergleich vom NACA0012 mit und ohne bionischer Vorderkante und den verschiedenen Reihen des bionischen Hydrofoils dargestellt im Diagramm vom Druckbeiwert (C_p) über die Profillänge

Insgesamt liefert diese Arbeit wertvolles Wissen zur Optimierung von Hydrofoils unter Kavitationsbedingungen und leistet einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis hydrodynamischer Systeme. Zukünftige Studien können auf diesen Erkenntnissen aufbauen und weitere bionische Geometrien untersuchen, um die Effizienz und die Langlebigkeit zu steigern.