

# Numerische und experimentelle Untersuchung des hydroakustischen Übertragungsverhaltens kavitierender Strömungen zur Bewertung der Pulsationsanregung von Rohrleitungssystemen durch Kreiselpumpen

**Projektlaufzeit: 01.04.2023 – laufend**

**Fördergeber: BMWK**

Gefördert durch:



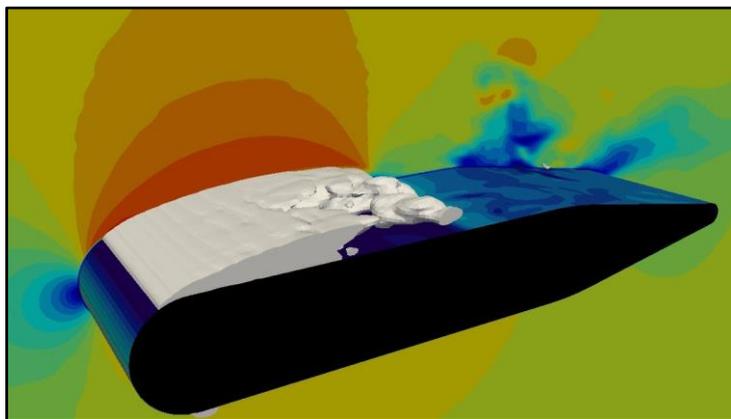
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Projekt umfasst experimentelle und numerische Untersuchungen zur Entwicklung einer Methode zur hydroakustischen Charakterisierung des Übertragungs- und Anregungsverhaltens von Kreiselpumpen unter schwach kavitierenden Betriebsbedingungen.

Innerhalb des Projektes werden zwei Ziele verfolgt. Zum einen ist dies die Entwicklung einer erweiterten Hydroakustischen Methode, die die experimentelle Bestimmung der Übertragungs- und Anregungseigenschaften nicht nur einphasig durchströmter, sondern auch schwach kavitierender Kreiselpumpen ermöglicht. Die Einordnung von „schwach“ erfolgt in dem Sinne, dass keine Interaktion der Kavitation mit denen von außen angelegten Schallquellen, die bei Ausführung der Hydroakustischen Methode rein der Analytik dienen, erfolgt. Die Methode basiert auf dynamischen Druckmessungen in Messleitung stromauf- und stromab des untersuchten Systems. Aus den Messdaten werden mit Hilfe einer Schallfelddekomposition die hin- und rücklaufenden ebenen Schallwellen sowie die Schallgeschwindigkeit in der Messleitung bestimmt. Da es stromab der untersuchten Kavitationsgebiete zur Luftblasenbeladung der Strömung und infolgedessen zu einer Dämpfung von Schallwellen in den Messleitungen kommen kann, muss im Ansatz der Dekompositionsmethode ein frequenzabhängiger Dämpfungsparameter berücksichtigt und als gesuchte Größe bestimmt werden können. Es soll die Frage beantwortet werden, ob und ggf. in welchen Grenzen das mit dieser erweiterten Hydroakustischen Methode ermittelte Übertragungs- und Anregungsverhalten systemunabhängig sein wird. Das zweite Ziel ist die eindimensionale Modellierung der Hydroakustik von Zweiphasengebieten auf Basis eines 1D-Charakteristikenverfahrens. Hierzu soll das für weitgehend kavitationsfreie Kreiselpumpen validierte Strömungsmodell durch Ergänzung von Blasengebieten mit angepassten Eigenschaften (Nachgiebigkeit, Dissipation) auch Übertragungseigenschaften von Strömungsgebieten mit Kavitation abbilden.

Zunächst steht die Entwicklung der Hydroakustischen Methode am Beispiel des Hydroprofils (CLE = Circular Leading Edge) im Vordergrund, s. Abbildung 1. Zur Vermeidung einer

Anregung und Fokussierung auf das reine Übertragungsverhalten wird Wolkenkavitation am CLE-Profil vermieden und nur eine reine Schichtkavitation untersucht. An der Technischen Universität Dortmund (TUD) werden Messungen und 3D-Akustik-Finite Element Methode-Simulationen (FEM-Simulation) mit Berücksichtigung der Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) unter Vernachlässigung konvektiver Effekte durchgeführt, sowie an der Erweiterung der Hydroakustischen Methode und der 1D-Modellbildung im Frequenz- und Zeitbereich gearbeitet. An der Ruhr-Universität Bochum (RUB) werden 3D-CFD-Simulationen (CFD = Computational Fluid Dynamics) kavitierender Strömungen auf verschiedenen Skalen, von der einzelnen Blase bis zum gesamten CLE-Profil ohne FSI, mit einem modifizierten Solver auf Basis von OpenFOAM 9 durchgeführt. Wichtig dabei ist ein gekoppeltes 3D-1D-Verfahren mit einer reflexionsfreien Schnittstelle, bei dem das CLE-Profil mit einem 3D Finite-Volumen-Navier-Stokes, und die Rohrleitung mit einem 1D Finite-Differenzen-Charakteristiken Verfahren, genannt FLOAT, berechnet wird.



**Abbildung 1: Kavitierende Strömung um ein CLE-Hydroprofil.**