

# Experimentelle und simulative Bestimmung von Wirkzusammenhängen zwischen Oberflächenstrukturierung, Einblasung/Absaugung und dem Gemisch-Förderverhalten von Radialpumpen zur Auslegung von Hoch-Effizienz-Kreiselpumpen für die Flüssig-Gasgemischförderung

Projektlaufzeit: 01.10.2023 - laufend

Fördergeber: BMWK

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Kreiselpumpen werden für die Förderung reiner Flüssigkeiten ausgelegt. Die Förderung bricht besonders bei Radialpumpen bereits bei sehr geringen Gasbeladungen der Flüssigkeit aufgrund der Bildung von Gasakkumulationen im Schaufelkanal ein, was mit einer unnötig konservativen Anlagenauslegung und wirtschaftlichen und energetischen Nachteilen verbunden ist. Eine rechnerische Erfassung des Förderhöhenbruchs gelingt mittlerweile durch ein in Bochum entwickeltes hybrides CFD-Verfahren [1,2], das in Magdeburg an Experimenten validiert wurde. Mit diesem CFD-Verfahren kann die Bildung von Gasakkumulationen physikalisch richtig prognostiziert werden, s. Abbildung 1.

Alle bisher bekannten betrieblichen und konstruktiven Maßnahmen zur Verbesserung der Gemischförderung sind mit wirtschaftlichen und energetischen Nachteilen wie z.B. einem niedrigen Wirkungsgrad verbunden. Daher soll das CFD-Verfahren hier eingesetzt werden, um minimalinvasive Maßnahmen zu evaluieren, die den Fördereinbruch effektiv hemmen sollen. Diese Maßnahmen können nach Projektende genutzt werden, um Kreiselpumpen, die für Flüssigkeitsförderung ausgelegt wurden, für die zuverlässige Förderung von Flüssigkeiten mit mäßiger oder kurzzeitiger Gasbeladung zu ertüchtigen. Eine wichtige Nebenbedingung ist die Beibehaltung eines hohen Wirkungsgrades. Eine Validierung erfolgt in Magdeburg durch Experimente.

Neben der Untersuchung von fertigungsbedingten Rauigkeiten sollen durch 3D-Druck gezielt künstliche Mikro-Strukturen in die Schaufeloberflächen eingebracht werden. Darüber hinaus wird ein Ausspülen der Gasakkumulationen durch Bohrungen zwischen Schaufeldruck- und Saugseite untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der grundsätzlichen Wirkweise dieser Maßnahmen und auf der Beschreibung der strömungsmechanischen Prozesse, die zur Hemmung von Gasakkumulationen führen.

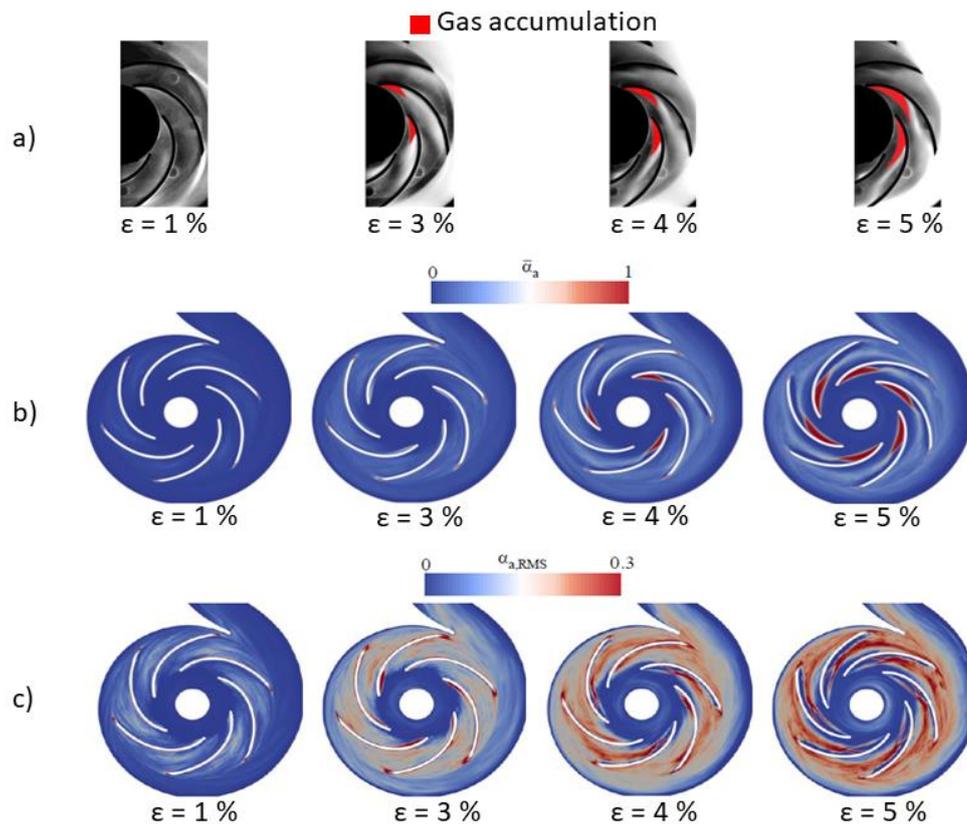


Abbildung 1: Vergleich der in Experiment und Simulation erfassten Strömungsregime bei verschiedenen Einlass-Luftvolumenfraktionen  $\epsilon$ . (a) Bereiche der Luftansammlung - dargestellt in Rot (Experiment); (b) Zeitgemittelte Luftvolumenfraktion  $\bar{\alpha}$  (Simulation); (c) Zeitliche Standardabweichung der Luftvolumenfraktion  $\alpha_{a,RMS}$  (Simulation). Abbildung aus [1].

- [1] Hundshagen, M., Rave, K. & Skoda, R. (2023). *Three-dimensional simulations of liquid/gas flow through radial centrifugal pumps and the effect of bubble coalescence and breakup on the formation of gas accumulations*. International Journal of Heat and Fluid Flow, 103, 109177. [DOI](https://doi.org/10.1016/j.ijheatfluidflow.2023.109177): 10.1016/j.ijheatfluidflow.2023.109177.
- [2] Hundshagen, M., Rave, K., Nguyen, B., Popp, S., Hasse, C., Mansour, M., Thevenin, D., Skoda, R. (2022). *Two-Phase Flow Simulations of Liquid/Gas Transport in Radial Centrifugal Pumps with Special Emphasis On the Transition From Bubbles to Adherent Gas Accumulations*. ASME Journal of Fluids Engineering 2022, 144(10), 101202. [DOI](https://doi.org/10.1115/1.4054264): 10.1115/1.4054264.