

## Schallentstehung in Pumpen

### Numerische Untersuchungen der Schallentstehung in Radialpumpen und der Abstrahlung von Flüssigkeits- und Luftschall

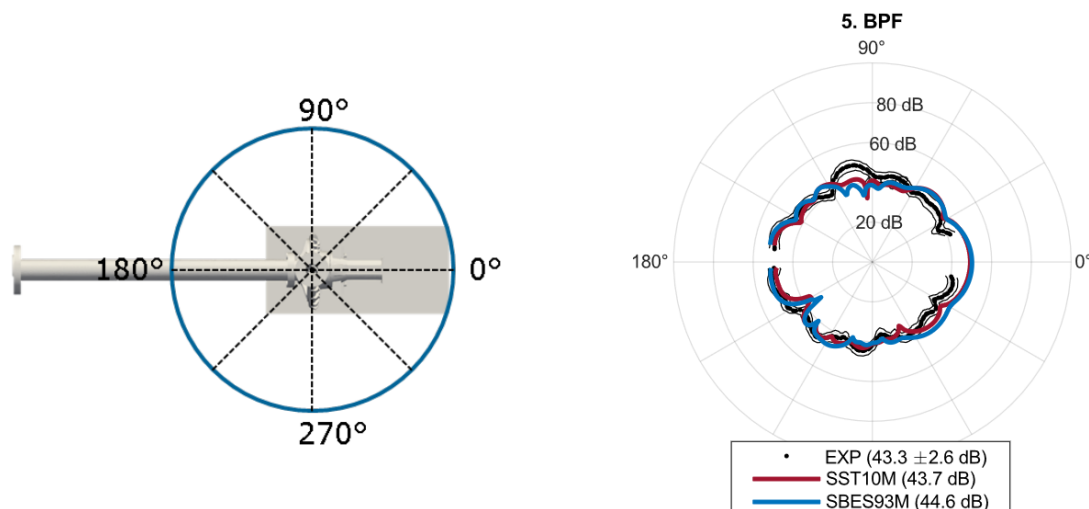
*M. Witte, F.-H. Wurm, Lehrstuhl für Strömungsmaschinen (ITU), Universität Rostock*

#### Kurzgefasst

- Strömungsmechanische und akustische Untersuchungen einer einstufigen Radialpumpe
- Ziel: Berechnung der Hydroakustik durch Kopplung transienter Geschwindigkeits- und Druckfelder mit einem EIF-Solver.
- Ersetzung der klassischen Massenstrom- und Druckrandbedingung durch eine Modellierung des geschlossenen Rohrleitungssystems.
- Nutzung des Softwarepakets ANSYS CFX 19.2 oder höher unter Verwendung der Stress Blended Eddy Simulation (SBES)
- Validierung und Verifizierung des gesamten Workflows zwecks künftiger akustischer Optimierung von Turbomaschinen im Entwicklungsprozess

Pumpen gehören in Industrie, Energietechnik, Kraftfahrzeugen und Gebäudetechnik zu den am häufigsten eingesetzten Strömungsmaschinen. Nach Jahrzehnten der leistungsorientierten Optimierung stellt die Reduktion akustischer Emissionen ein immer wichtiger werdendes Wettbewerbskriterium dar. Die

Vorhersage des akustischen Verhaltens einer Pumpe während der Entwicklung ist derzeit für einen Hersteller nicht möglich, da momentan keine in sich geschlossene und validierte Prozesskette numerischer Verfahren existiert. Um diese Lücke zu schließen, wird im Rahmen des AiF-Projektes ein Workflow erstellt und durchgeführt. Ziel ist es dabei sowohl die Strömungsphysik, die Strukturmechanik und die Strömungsakustik in einer gesamten numerischen Prozesskette abzubilden und zu validieren. Die geplante Strömungssimulation wird auf ein vollständiges, dreidimensionales Modell einer einstufigen Radialpumpe aufgesetzt und transient in ANSYS CFX 19.2 oder höher durchgeführt. In Erweiterung zu vorangegangenen Simulationen wird anstelle einer Kombination von Massenstrom- und Druckrandbedingungen ein vereinfachtes Modell des Rohrleitungssystems verwendet, wodurch die Druckverluste und in Leitungen und Armaturen modelliert werden und eine Verteilung des Druckes im gesamten System bezüglich des Referenzdruckes im Windkessel resultiert. Dafür wird mithilfe eines blockstrukturierten Verfahrens ein vollständig hexaedrisches Gitter erstellt. Da die Nutzung einer reinen LES aufgrund der sehr hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung nicht praktikabel ist und ein klassisches URANS-Verfahren zu starken Dämpfungseigenschaften neigt, wurde für das Projekt ein hybrides RANS-LES-Verfahren, die DES-SBES, gewählt.



**Abbildung 1:** Vergleichende Darstellung der gemessenen und berechneten Luftschallabstrahlung für die 5. Blattpassierfrequenz (BPF) der Prototypenpumpe bei Betrieb im Wirkungsgradoptimum. Links: Draufsicht auf Prototypenpumpe. Rechts: Abstrahlcharakteristik

Die transienten Daten des Geschwindigkeits- und Druckfeldes werden weiterführend für die Berechnung der Strömungsakustik mithilfe des EIF-Verfahrens genutzt.

In der vorausgehenden Projektphase wurde der numerische Workflow erfolgreich getestet und zeigte in Bezug auf die Luftabstrahlung der Pumpe bereits gute Übereinstimmung mit experimentellen Ergebnissen (vgl. Abbildung 1). In dieser Phase wurden die DES-SBES-Simulationen für den Betriebspunkt des besten Wirkungsgrades und zwei Teillastbetriebspunkte durchgeführt. Im Laufe der Projektlaufzeit wurde jedoch auch erkannt, dass eine signifikante Abhängigkeit der Druckfluktuationen und -verteilungen und somit der Luftschallabstrahlung von der Wahl der Massenstrom- und Druckrandbedingungen vorliegt. Um diesen Einfluss zu minimieren, sollen die bisher verwendeten Randbedingungen, wie zuvor beschrieben, durch eine genäherte Modellierung des Rohleitungssystems ersetzt werden. Das Ziel dieser Untersuchungen ist weiterhin die Validierung des numerischen Workflows.

#### WWW

<http://www.itu.uni-rostock.de>

#### Weitere Informationen

- [1] **F. R. Menter**, *Best Practice: Scale-Resolving Simulations in ANSYS CFD*, Ansys Germany (2015).
- [2] **J. F. Gülich**, *Kreiselpumpen - Handbuch für Anlagenplanung und Betrieb*, Springer Verlag (2010).
- [3] **T. Schroder, T. Michaels, O. Estorff**, *Untersuchungen zum Einsatz eines OpenFOAM-EIF basierten Strömungsakustik-Lösers*, DAGA Conference Paper (2017).
- [4] **S. B. Pope**, *Turbulent Flows*, Cambridge University (2000).
- [5] **B. R. Noack, D. M. Luchtenburg, M. Schlegel**, *An Introduction to the POD Galerkin method for fluid flows with analytical examples and MATLAB source codes*, Berlin Institute of Technology (2009).