

Analyse der Strömungsverhältnisse einer Hochgeschwindigkeits-Mikroturbine für NMR-MAS-Anwendungen mittels CFD

Ausgangslage und Ziele

Die Nuklear-Magnet-Resonanz (NMR) Spektroskopie ist ein weitverbreitetes Analyseverfahren für die Untersuchung von chemischen Substanzen und Gewebe. Dabei werden die Proben in einem starken, statischen Magnetfeld in Rotation versetzt und mit Hochfrequenzimpulsen angeregt. Als Antrieb für die Rotation dient eine gasgetriebene Mikroturbine mit einem Durchmesser von 1.3 mm oder kleiner. Die für den Prozess entscheidenden, hohen Drehzahlen von bis zu 100 kHz führen zu stark verlustbehafteten Strömungseffekten wie Rezirkulation, Ablösungsgebiete und Verdichterstössen. Für eine Maximierung der Drehzahl bei vorgegebenem Systemdruck ist eine Optimierung der Turbinengeometrie sowie des Gehäuses erforderlich. Ziel dieses Projektes war die Untersuchung der Strömungsverhältnisse bei verschiedenen Arbeitsdrehzahlen, um daraus Ansätze für die Effizienzsteigerung der Turbine zu entwickeln.

Erkenntnisse

Die Simulationsergebnisse zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den durchgeführten Messreihen. Die Simulationen haben gezeigt, dass bei der gegebenen Systemkonfiguration periodisch Druckspitzen an den konvexen Turbinenschaufelseiten auftreten, wodurch ein Widerstandsmoment induziert wird. Weiter zeigen die Ergebnisse, dass sich die 7 Antriebsdüsen gegenseitig negativ beeinflussen. Daraus konnten unter Einhaltung von fertigungstechnischen Möglichkeiten erste Optimierungsansätze abgeleitet werden.

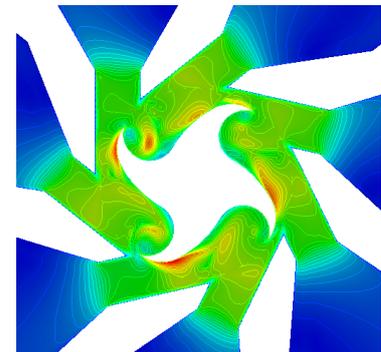


Abb 1: Konturplot der Strömungsgeschwindigkeiten um die Mikroturbine

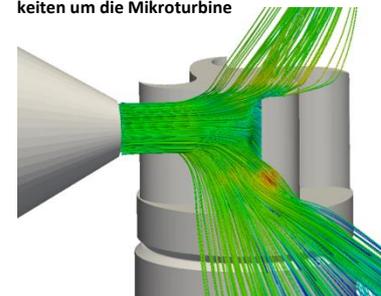


Abb 2: Strömungslinienverlauf einer Antriebsdüse

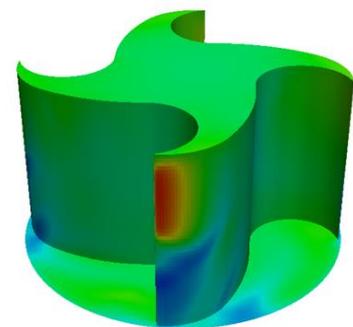


Abb 3: Druckverteilung an der Mikroturbine

ZHAW School of Engineering
Technikumstrasse 9
8400 Winterthur
info.engineering@zhaw.ch
www.engineering.zhaw.ch

IEFE Institut für Energiesysteme
und Fluid-Engineering
Dr.habil. Nicoleta Herzog
Telefon +41 58 934 47 39
nicoleta.herzog@zhaw.ch
www.ife.zhaw.ch

Angewandte Mathematik, Physik,
Systeme und Operations
Dr. Dirk Wilhelm
Telefon +41 58 934 47 29
dirk.wilhelm@zhaw.ch
www.engineering.zhaw.ch