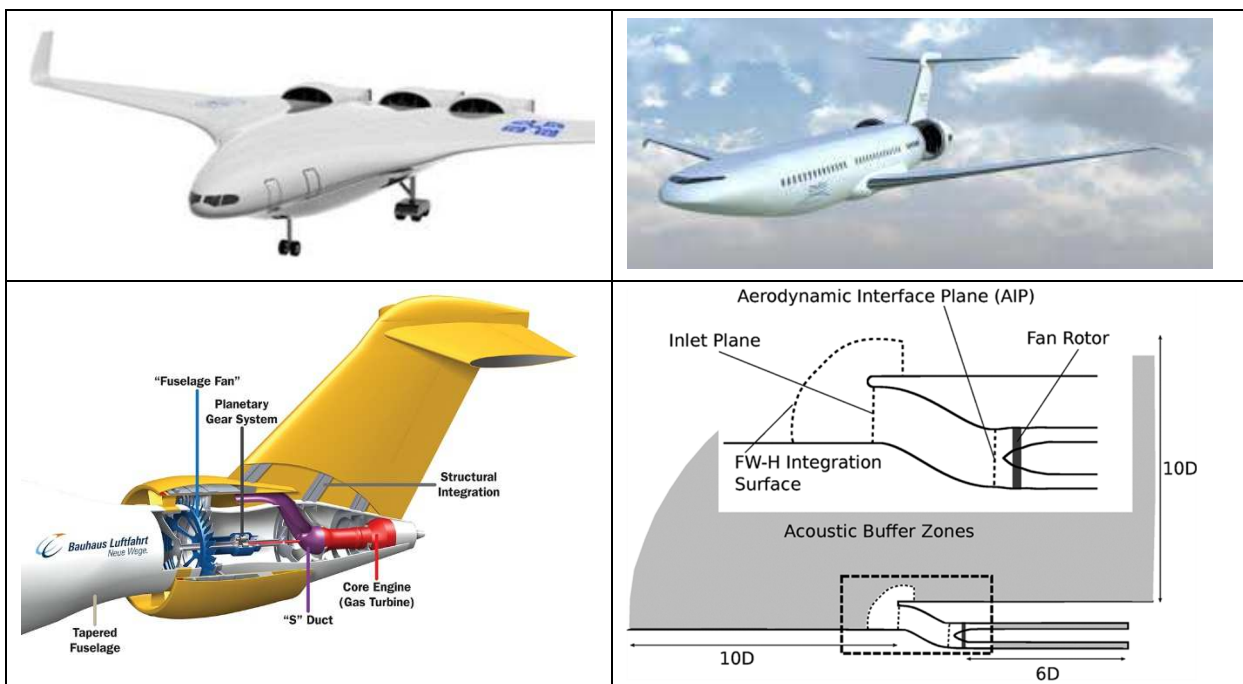


Semester-/Abschlussarbeit (numerische Simulation, CFD)

Vergleich verschiedener CFD-codes hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand bei der Simulation rotierender Schaufeln

Hintergrund

Künftige Flugantriebe könnten rumpfnah (propulsive fuselage) oder teilweise „vergraben“ an Tragflächen angeordnet sein. Dabei wird die turbulente Grenzschicht, die sich an Rumpf oder Tragfläche gebildet hat, vom Triebwerk eingesaugt. Das wirkt sich auf Effizienz und Schallabstrahlung aus. Diese Vorgänge kann man für realistische numerische Schallprognosen nur mittels aufwändigen LES-Methoden (large-eddy simulation) erfassen, bei denen räumlich und zeitlich hochaufgelöste Lösungen erzeugt werden. Eine besondere Anforderung stellt dabei die Kopplung zwischen feststehenden und rotierenden Teilgebieten dar.



Fragestellung

Im Rahmen der studentischen Arbeit sollen mindestens 2 CFD-Verfahren (die weitverbreiteten kommerziellen Löser CFX und FLUENT von Ansys sowie der spezialisierte Aerodynamik-Code NSMB [Vos et. al. 2002, 2013, Horeau et al. 2016]) hinsichtlich erzielbarer Genauigkeit, Rechenaufwand und Skalierung (Effizienz) auf Hochleistungs-Parallel-Rechnern verglichen werden. Die Tests sollen zunächst an einer generischen Geometrie eines rotierenden Quaders, später auch an einer realistischen Geometrie eines Propellers oder Gebläses ausgeführt werden. Der Umfang der Arbeit richtet sich nach dem Typ der studentischen Arbeit.

Voraussetzung und Betreuung

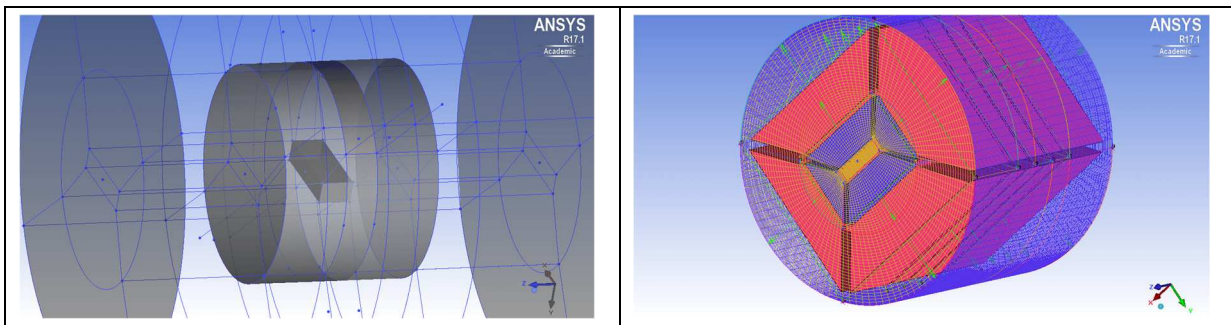
Vorkenntnisse in CFD-Methoden. Bereitschaft zur intensiven Einarbeitung in die kommerziellen CFD-Löser von ANSYS (CFX, FLUENT) und/oder in die Bedienung (und Auswertung) des Codes NSMB sowie des Gittergenerierers Icem-CFD. Einarbeitung in die Shell-Skript-basierte Durchführung von Simulationen und Postprocessing unter Linux auf Parallel-Rechnern. Es steht ein Linux-Cluster mit 112 cores und ggfs. Zugang zu mehr Prozessoren auf dem SuperMUC des LRZ zur Verfügung.

Informationen und Betreuung durch Prof. H.-J. Kaltenbach.

Aufgabenstellung

(1) Untersuchungen an der generischen Geometrie „rotierender Quader“:

Zunächst sind für die Untersuchungszwecke geeignete Werte der Reynoldszahl und Drehzahl anhand von Voruntersuchungen zu definieren. Ausgehend von einem existierenden Mehrblockgitter (aus ICEM-CFD) soll dann stufenweise die Problemgröße durch lokale Gitterverfeinerung auf den Blöcken erhöht werden. Die Lösung auf einem sehr feinen Gitter dient als Referenzfall. Die 3 CFD Löser ANSYS-CFX, ANSYS-FLUENT und NSMB sollen hinsichtlich Genauigkeit, Rechenaufwand und Skalierbarkeit verglichen werden. Dabei ist der Einfluss von Parametern wie Diskretisierungsschema in Raum und Zeit, Rotationswinkel pro Zeitschritt, Randbedingung, Blockgröße und Blockaufteilung etc. zu dokumentieren. Bei unbefriedigenden Ergebnissen mit dem Löser NSMB ist dort alternativ die CHIMERA-Technik zu untersuchen, bei der das rotierende Teilgebiet mit dem feststehenden Gebiet teilweise überlappt



(2) Durchgang akustischer Wellen durch ein Sliding-Mesh-Interface

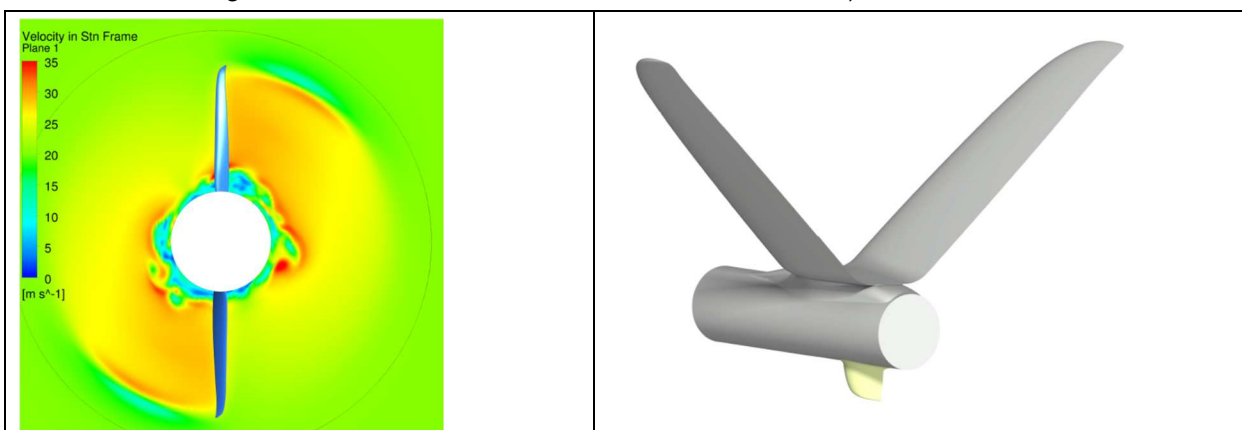
Die in Herrmann (2015) mit Ansys-CFX durchgeführten Untersuchungen sind zu erweitern (Variation der Anzahl Knoten pro Wellenlänge und des Einfallswinkels der Welle/Wellenpaket relativ zum Interface) und mit analogen Untersuchungen mit ANSYS-Fluent und NMSB zu vergleichen

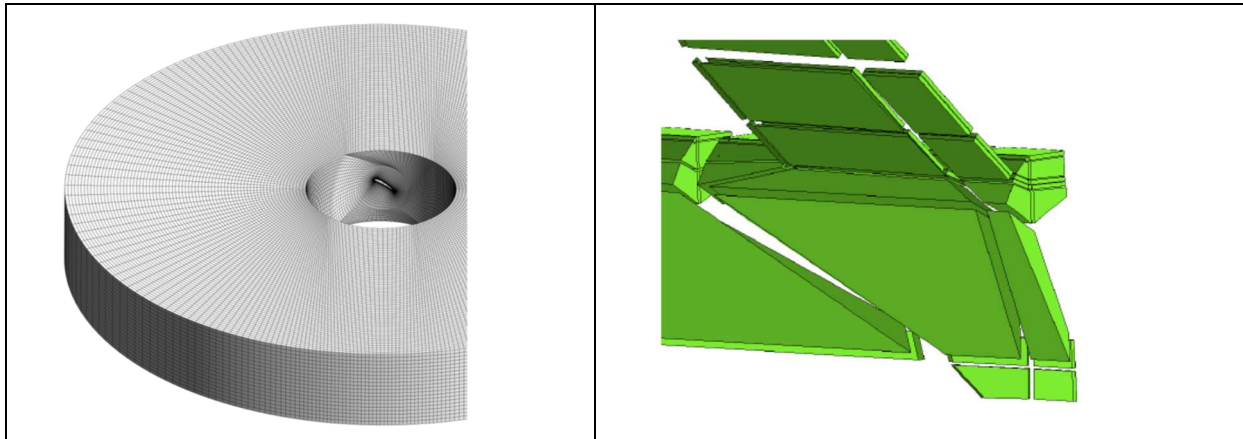
(3) Untersuchungen an einem realistischen Testfall,

und zwar

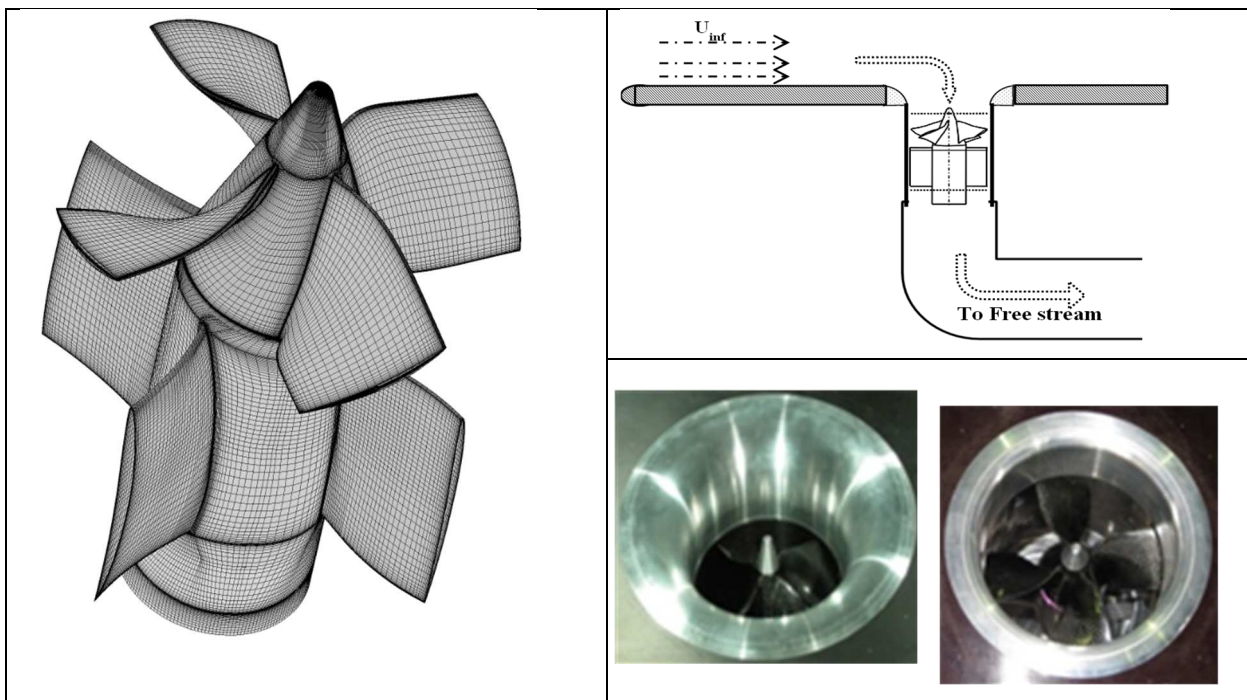
- (a) 2-Blatt-Propeller hinter einem V-Leitwerk oder
 - (b) 2-Blatt-Propeller mit Einhausung über einer flachen Platte unter turbulenter Zuströmung oder
 - (c) 1-Stufiges-Gebläse entweder normal oder tangential zu einer Platte angeordnet
- Eruierung des Aufwands zur Vernetzung mit strukturiertem Mehrblockgitter, resultierende Problemgröße und Abschätzung des Rechenaufwands

Testfall (a,b): Propellergitter vorhanden (rotating domain), Gitter für Umgebung (V-Leitwerk oder Einhausung mit Platte muss mit ICEM-CFD erstellt werden)





Testfall c: 1-stufiges Gebläse: Mehrblock-Gitter vorhanden für Anordnung normal zur Platte, Gitter für tangentielle Anordnung muss neu erstellt werden



Referenzen (Literatur)

Herrmann, T.: Simulation akustischer Wellenausbreitung durch ruhende und rotierende Rechengebiete in ANSYS CFX, BSc thesis an der Fakultät Maschinenwesen der TU München, 2015

Hoarau et al., Recent Developments of the Navier Stokes Multi Block (NSMB) CFD solver. AIAA Sci tech 2016

Vos, J. et al., Navier–Stokes solvers in European aircraft design, Progress in Aerospace Sciences 38 (2002) 601–697, 2002

Vos, J. et al., NSMB Overview, 2007

Vos, J. et al., NSMB Handbook 4.5 + Update for 6.0, 2013

Vos, J. et al., NSMB 6.04 User Guide, kontinuierliche updates seit 2011