HOCHSCHULE BREMEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Martin Jirikowski

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Fluiddynamische Untersuchung eines Unterwasserfahrzeugs im Strömungskanal

Proposal zur Bachelorthesis im nationalen Studiengang Schiffbau und Meerestechnik, B.-Eng.

Erstgutachter: Prof. Dr. Andreas Kraus
Zweitgutachter: Prof. Dr. Frank Kirchner
Betreuer: M.Sc. Philipp Kloss

Autonome Unterwasser-Vehikel (AUV) sind eine wichtige Technologie im Bereich der Meerestechnik. Sie sind vielfältig, beispielsweise zur Erkundung, Überwachung und Forschung , einsetzbar .
Mit entsprechender Ausstattung können sie auch sehr komplexe Aufgaben erfüllen.
Ein solches Unterwasserfahrzeug ,"DAGON" des DFKI - Projektes CUSLAM (siehe Abb. 1) dient als Trägerplattform für die Entwicklung von Algorythmen wie zum Beispiel zur Selbstlokalisation.
Dazu sind diverse Geräte und Sensoren verbaut, unter Anderem Kameras und Sonare.
Das Fahrzeug kann sowohl autonom fahren als auch ferngesteuert. Der Antrieb erfolgt über Thruster.
Zur Zeit hat das Fahrzeug eine Masse von etwa 75 kg, eine Breite von 850 mm und eine Länge von 120 mm. Mit den verbauten Antrieben sind derzeit Geschwindigkeiten bis zu 2 m/s realisiert worden. Die typische Einsatzgeschwindigkeit ist jedoch zwischen 0,35 und 1 m/s.
Aufgrund der strömungsdynamisch ungünstigen Form des Fahrzeugs (Heck abgeschnitten, front mit Absätzen und Kanten) und der vielen Anhänge (Geräte, Kabel, Schnallen etc.) sind bei der Fortbewegung Ablösungserscheinungen zu erwarten d.h. die Strömung liegt nicht mehr am Fahrzeug an. Ebenso ist mit Verwirbelungen am Fahrzeug zu rechnen.
Dies erhöht den Widerstand und kann das Fahrverhalten des Fahrzeugs beeinflussen.
Durch die Baugröße und die Einsatzgeschwindigkeit befindet sich das AUV anhand des damit verbundenen Reynoldszahlbereichs im Transitionsgebiet[1], d.h. im Übergangsbereich von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung.
Aufgrund der erwähnten ungünstigen Bauform ist Instabilität in der Strömung und ein früher Umschlag in den turbulenten Bereich zu erwarten.

Ziel der Arbeit ist, das Strömungsverhalten am Fahrzeug, mit und ohne einer vollverkleideten Hülle anhand vereinfachter Modelle im Windkanal, zu untersuchen (siehe Abb. 2). Dabei wird zuerst ein Modell des derzeitigen Stands des Fahrzeuges (ohne Verkleidung) im Maßstab von etwa 1:5,5 gefertigt und im Windkanal getestet.
Anschließend wird eine im Haus entworfene Hülle, welche das gesamte Fahrzeug verkleiden soll, ebenfalls als Modell gefertigt und bei gleichen Bedingungen untersucht.
Der Vergleich der beiden Modelle, bei den gegebenen Strömungsverhältnissen im Transitionsbereich, soll zeigen ob bzw. in welchem Maße sich das Strömungsverhalten bei einer zusätzlichen voll verkleideten Hülle um das AUV ändert. Sinnvoll wäre hierbei eine Untersuchung über den gesamten Einsatzgeschwindigkeitsbereich (etwa drei verschiedene Geschwindigkeiten), soweit dies durch den Windkanal realisierbar ist (höchst mögliche Geschwindigkeit).

1 Gersten&Schlichting 2006, Grenzschichttheorie , Seite 421

Man erhält aus den Versuchen Widerstandskräfte und indirekt die Widerstandsbeiwerte mit welchen der Leistungsbedarf des jeweiligen Modells abgeschätzt werden kann. Die Werte können mit Abweichungen (da es ein vereinfachtes Modell ist) auch auf das Original übertragen werden. Dazu ist auch eine Plausibilitätsrechnung bzw. ein Vergleich mit untersuchten Fahrzeugen/ Modellen nötig.
Hier bieten sich beispielsweise NACA-Strömungsprofile an, welche auch als Vorbild für die Hülle dienten.
Hierzu gibt es umfangreiche Untersuchungen, auch als Spindelkörper im dreidimensionalen Raum.

Interessant wäre außerdem, wie sich das Fahrverhalten bei unterschiedlichen Anstellwinkeln (Trimm) ändert. Dies soll ebenfalls untersucht werden.
Je nach Aufwand und Zeitplan könnte dies und weitere Untersuchungen wie zum Beispiel die Visualisierung bestimmter Bereiche umgesetzt werden (Strömungslinien mit Laser sichtbar machen).

Grober Zeitplan:

1 Woche Literaturrecherche, Vertiefung der theoretischen Grundlagen
2 Wochen Fertigung der Modelle
2 Wochen Versuche im Windkanal und Datenaufbereitung
3 Wochen Auswertung, Niederschrift der Arbeit
1 Woche Überarbeitung der Dokumentation und Endfassung der Bachelorarbeit

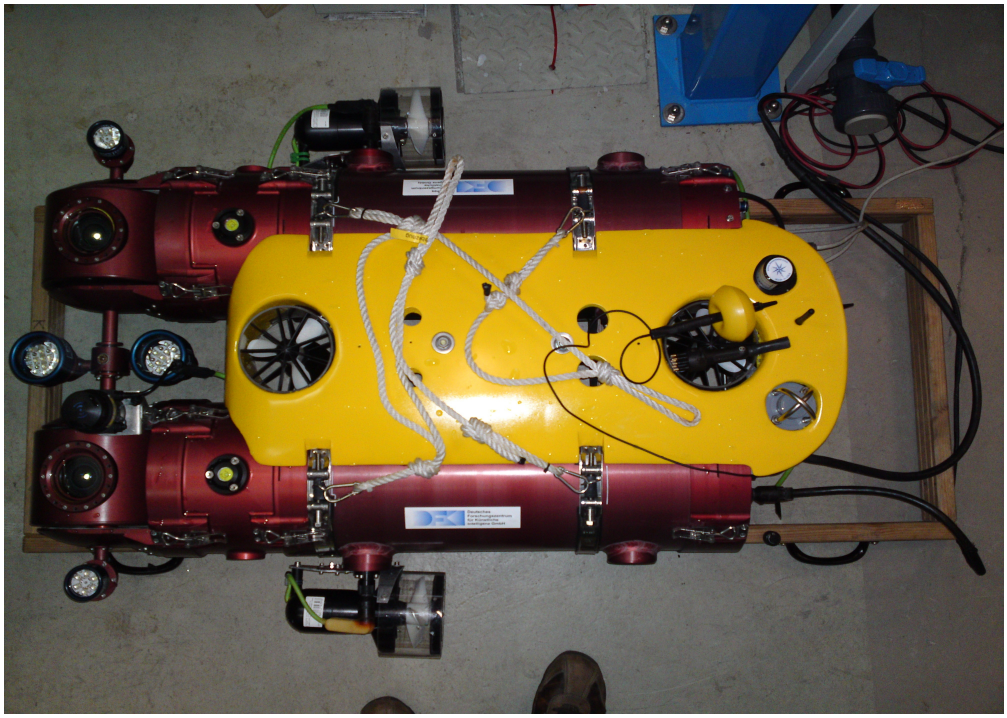

Abb. 1: Draufsicht des AUV "DAGON ", links Front, rechts Heck, Stand Februar 2012, Quelle: Martin Jirikowski

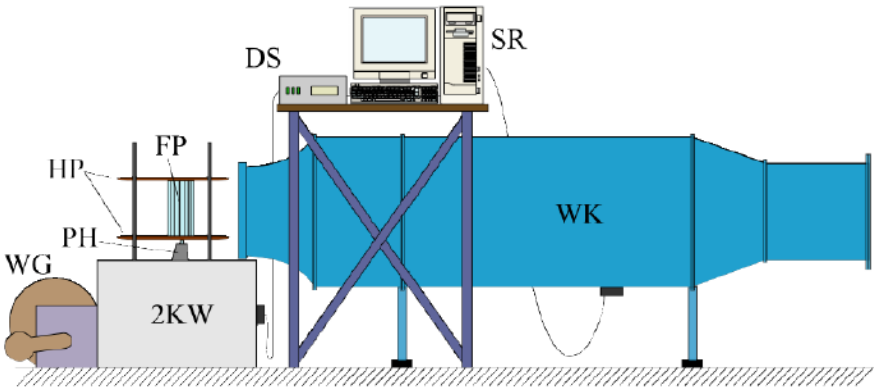

Abb: Schematische Seitenansicht dedes Windkanals (WK) und der 2 Komponenten Waage (2WK) (Tagoe 2007). Der Messtisch der Waage ist Luftkissengelagert und wird durch das Waagengebläse (WG) versorgt. Die Strömungsgeschwindigkeit und die Datenaufnahme werden über einen Steuerrechner (SR) und deinen AD Wandler(DS) (Spider 8) gesteuert. Das Flügelprofil (FP) wird zwischen zwei Endplatten (HP) zur Minimierung des induzierten Widerstandes auf der Profilhalterung (PH) fixiert.

Abb. 2, Quelle: Florian Hoffmann, Hochschule Bremen,2012

Quellen:

Gersten, H. & Schlichting, K. (2006): "Grenzschicht-Theorie" 10. Auglage, Springer Verlag, Berlin

Oertle, H. jr, Böhle, M. , Dohrmann,U. (2006): "Strömungsmechanik – Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele " 4. Auflage, Vieweg Verlag