Master thesis:

Massstabeffekt an Energy Saving Devices. Scale effects on Energy Saving Devices.

Supervisors: Prof. Dr.-Ing. Nikolai Kornev, M.Sc. Luise Draheim

Das Thema des Projektes hat einen direkten Zusammenhang mit praktischen Aufgaben in der Schiffshydromechanik. Die in den Schlepprinnen erreichbaren typischen Reynoldszahlen sind deutlich geringer als die für die Großausführung. Diese Ungleichheit resultiert aus dem Maßstabeffekt. Laminare Zonen im Bugbereich des umströmten Körpers sind eine der Folgen des Maßstabeffektes. Dieses Problem wurde effektiv durch die so genannten Turbulenzstimulatoren in Form von Sandstreifen, Stiften und anderen Rauigkeiten gelöst.

Das Problem bleibt aber nach wie vor kritisch, wenn die Schiffe mit verschiedenen kleinen Anhängen ausgerüstet sind. Diese Anhänge, zum Beispiel, in Form von Flügeln (Fins) dienen zur Dämpfung von Schwingungen (Fins) oder als Erzeuger der Auftriebskraft bei schnellen foilgestützten Katamaranen. Da die Tiefe des Flügels nur ein Bruchteil der Schiffslänge beträgt, erreicht die lokale Reynoldszahl des Flügels sehr kleine Werte, deutlich unter 10⁵. Die Laminare Zone deckt den größten Teil des Flügels ab, mitunter bedeckt sie auch den ganzen Flügel.

Ein anderes anschauliches Beispiel stellen die propulsionsverbessernden oder energiesparenden Anbauten (Engl. Energy Saving Devices (ESD)) in Form, von Düsen mit Leitflügeln (siehe Abb. 1) dar, die zurzeit für völlige Schiffe ($c_B > 0.75$) breits eingesetzt werden. Eine wichtige Aussage für die Modellierung von ESD findet man in [1]. Die Autoren behaupten, dass bei ESD die Widerstandszunahme in CFD Berechnungen plausibler als die Widerstandsabnahme in Messungen (etwa -1%) ist, weil die Strömung in der CFD überall als voll turbulent angenommen wird, während ein Teil der Düsenumströmung in der Messung laminar bleibt. Dementsprechend ist der Widerstand der Düse in Messungen etwas geringer als in CFD Berechnungen. Die Zunahme des Widerstandes nivelliert die Erhöhung der Propulsionseffizienz, die durch ESD erzielt wird. Als Ergebnis ist die positive Wirkung von ESD auf die erforderliche Leistung in CFD Berechnungen geringer als in Messungen im Modellmaßstab. Da das Einsparpotential von ESD bis ca. sechs Prozent der zugeführten Leistung betragen kann und sie inzwischen eine sehr breite Anwendung finden, soll diese Differenz untersucht und abgeklärt werden.

Das Ziel der Arbeit ist die Feststellung von laminaren Flecken am Modell des Bulkers M1749S030 bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

Die Arbeit beinhaltet die folgenden Arbeitsschritte:

- Berechnung des Schiffes M1749S030 mit verschiedenen Gittern.
- Validierung der CFD Berechnungen.
- Berechnung des Schiffsmodells mit einem RANS Transitionsmodell.
- Untersuchung des Geschwindigkeitsfelds neben dem Schiff.
- Abschätzung des Maßstabeffekts.

Die Schiffsgeometrie und CFD Anfangsgitter stehen zur Verfügung.



Abbildung 1: Propulsionsverbessernde Anlage der Fa. Becker vor dem Propeller.

The subject of the project has a direct connection with practical tasks in marine hydromechanics. The typical Reynolds numbers that can be reached in the towing tanks are significantly lower than that of the real scale. This inequality results in the scale effect. Laminar zones in the bow area of the hull is one of the consequences of the scale effect. This problem was effectively solved by the so-called turbulence stimulators in the form of sand strips, pins and other roughness.

However, the problem still remains critical if the ships are equipped with various small appendages. These appendages, for example, in the form of fins are used to damp ship oscillations or as a generator of the lift in the fast foil assisted catamarans. Since the depth of the hull is only a fraction of the ship's, the local Reynolds number of the foil reaches very small values, well below 10⁵. Laminar zone covers the largest part of the foil, if not the whole.

Another illustrative example is the propulsion-improving or energy-saving systems (Engl. Energy Saving Devices (ESD)) in the form, for example, of ducts with foils (see Fig. 1), which are currently widely used for full ships. An important statement for modeling of ESD can be found in [1]. The authors claim that the increase in resistance due to ESD in CFD calculations is rather more logical than the decrease in resistance in measurements (about -1%), because the flow in CFD is assumed to be fully turbulent everywhere, while part of the flow on the duct remains laminar in the measurement. Accordingly, the resistance of the duct in measurements is slightly lower than in CFD calculations. Increase in resistance levels the increase of propulsion efficiency, which is achieved by ESD. As a result, the positive effect of ESD on the delivered power in CFD calculations is less than in measurements with models. Since ESD can guarantee up to about six percent savings of the delivered power and nowadays finds a very wide application, this difference should be clarified.

The aim of the work is the detection of laminar spots on the model of the bulker M1749S030 at different speeds.

The work includes the following stages:

- calculation of the ship M1749S030 with different grids.
- validation of CFD calculations.
- calculation of the ship model with a RANS transition model.
- investigation of the velocity field next to the ship.
- estimation of the scale effect.

The ship geometry and initial CFD grids are available.

Literatur

[1] Terwisga, T. (2013) On the working principles of Energy Saving Devices, Proc. 3rd Int. Symp. Marine Propulsors SMP'13, Launceston, Tasmania, Australia, 510–518.