Hessisches Kompetenzzentrum
für Hochleistungsrechnen

Numerische Modellierung eines PKW-LKW Überholvorgangs



Project Manager
Lukas Kutej

Principal Investigator
Prof. Dr.-Ing. Suad Jakirlic

Project Term
2010 - 2015

Project Areas
Heat Energy Technology, Thermal Machines, Fluid Mechanics

Clusters
Lichtenberg Cluster Darmstadt

Institute
Fachgebiet Strömungslehre und Aerodynamik

University
Technische Universität Darmstadt

Introduction

Mit dem Dissertationsthema „Strömungssimulation des Überholvorgangs zwischen einem PKW und einem LKW“ wird ein Überholvorgang erforscht, der aus strömungsmechanischer Sicht sehr kompliziert ist. Bevor die Strömungssimulation des Überholvorgangs durchgeführt werden kann, muss zuerst für ein numerisch relevantes Modell die Problematik der Fahrzeugumströmung verstanden werden. Zu Beginn wird ein vereinfachtes Modell des BMW 5er in Maßstab 1:2,5 untersucht. Daraus ergeben sich Gittergenerierungsstrategien. Durch eine Vereinfachung ist die Anzahl von Gitterzellen geringer, damit lassen sich solche Simulationen relativ schnell durchführen und bieten eine gute Übersicht. Die Ergebnisse sind jedoch nicht für eine direkte Validierung des Experimentes geeignet; sie dienen der Gitterstudie. Denn bei jeder Gittergenerierung muss man sich fragen, wie exakt das verwendete Turbulenzmodell ist. Anschließend wird ein Gitter ausgewählt, das zwar möglichst grob ist, das aber die Ergebnisse durch die Gitterauflösung nicht behindert. Mit dieser Gittereinstellung wird dann ein detaillierteres Modell des BMW 5er Maßstab 1:2,5 vernetzt und anschließend simuliert.

Methods

Ergebnisse dieser Simulationen werden mit Experimenten validiert. An die Ergebnisse von Schrefl [1] anschließend wurden aerodynamische Untersuchungen im Windkanal, z. B. mit einem alleinstehenden PKW-Modell BMW 1:2,5 oder auch beim Überholvorgang PKW-LKW durchgeführt. Dabei wurden zwei Verfahren angewendet: Strömung mit Grenzschichtabsaugung

und ohne Grenzschichtabsaugung. Außerdem wurde eine Straßenmessung des Überholvorgangs untersucht. Alle Fälle von Schrefl [1] wurden glaubwürdig numerisch simuliert. Die Grenzschichtabsaugung wird durch passende Randbedingungen dargestellt, der dynamische Überholvorgang auf der Straße wird durch ein deformierendes bewegtes Gitter reproduziert. Aus rein numerischer Sicht werden zwei Betrachtungen berücksichtigt: Die vereinfachte Simulation mit Einlass, Auslass und Symmetrieebenen, bei aerodynamischen Fahrzeugsimulationen üblich, und die Simulation des exakten Windkanals mit realistischer Abmessung. Die anschließende Überholvorgangsimulation besteht aus zwei Teilen: Erstens aus einer Simulation von acht zwischen PWK und LKW statischen Positionen, entsprechend der Windkanalmessung des Überholvorgangs, und zweitens aus dem dynamischen Überholungvorgang. Die Bewegung des PKWs wird durch ein deformierendes bewegtes Gitter dargestellt. Die Auswahl des passenden Turbulenzmodells und des Simulationsmodus stellen dabei einen wichtigen Teil der Arbeit dar. Einige Turbulenzmodelle sind nicht in der Lage diese komplizierte Fahrzeugumströmung angemessen darzustellen. Aus diesem Grund wird ein robustes, aber trotzdem genaues k-zeta-f Turbulenzmodell angewendet. Zur Verbesserung der Ergebnisse wird dann an einem allein stehenden detaillierten PKW-Modell und von dem Überholvorgang das hybrid Turbulenzmodell PANS (Partically Averaged Navier Stokes) angewendet. Die Simulationen der Gitterstudie werden hier nur stationär berechnet. Hierfür ist auch das k-zeta-f Turbulenzmodell geeigneter als PANS. Anschließend werden diese auch instationär gerechnet, wo dann PANS Turbulenzmodell zum Einsatz kommt. Zur Auswertung werden vor allem die Luftwiderstandsbeiwerte, die wirkende Momente und die Druckverteilung betrachtet. Die simulationsrelevanten Merkmale sind Residuen, y+, CFL-Zahl, delta/eta Kriterium.

Results

Alle Strömungssimulationen werden mittels CFD Programm AVL FIRE der Firma AVL List GmbH durchgeführt. Die Auswertung der Ergebnisse wird mit der Software Tecplot 360 gemacht. Alle Grafen werden wegen Einheitlichkeit in Software Gnuplot generiert.

Reference

[1] M. Schrefl (2008), Instationäre Aerodynamik von Kraftfahrzeugen: Aerodynamik bei Überholvorgang und böigem Seitenwind. Aachen: Shaker.

Last Update: 2020-09-28 17:54