

## Kurzfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluss von hexagonal strukturierten konkaven und konvexen Oberflächen auf voll turbulente wandbegrenzte Strömungen, d.h. Kanalströmung und Rohrströmung. In zwei Versuchsanlagen wurden Versuche durchgeführt: Göttinger Windkanal für Kanalströmung und CoLaPipe (Cottbus-Large-Pipe) für Rohrströmung. Beide Einrichtungen sind im Fachbereich Aerodynamik und Strömungsmechanik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg angesiedelt.

Der erste Teil der Arbeit konzentriert sich auf die Untersuchung im Windkanal, einschließlich der Validierung des Kanals anhand verschiedener numerischer und experimenteller Daten für eine voll entwickelte turbulente Kanalströmung. Der Einfluss der hexagonal strukturierten Oberflächen (konkave und konvexe Oberflächen) auf den Hautwiderstand in Kanalströmungen bei verschiedenen Kanalhöhen (20, 30, 40 und 50 mm) wurde für den Reynolds-Zahlenbereich ( $7,8 \times 10^3 \leq Re_m \leq 3,8 \times 10^4$ ). Es werden hohe räumliche Messungen und Visualisierungen über ein einziges strukturiertes Muster mit 2D-Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) erfasst. Schließlich wurden hohe räumliche und zeitliche PIV-Messungen für die Kanalströmung durchgeführt, um die Turbulenz und das physikalische Phänomen der Wirkung der hexagonalen Strukturen auf die Kanalströmung zu untersuchen.

Das zweite Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss der hexagonal strukturierten Oberflächen auf die Rohrströmung zu definieren und die Ergebnisse zwischen der glatten Oberfläche der Rohrströmung zu vergleichen, einschließlich der Messung des Reibungsfaktors für die drei Oberflächen (glatt, konkav und konvex Oberflächen) zusammen mit dem breiten Bereich von Reynolds-Zahlen in der CoLaPipe-Testeinrichtung ( $1,12 \times 10^5 \leq Re_m \leq 8,4 \times 10^5$ ). Darüber hinaus wurden detaillierte Druckmessungen an der Oberfläche der Struktur durchgeführt, um das Rohrströmungsverhalten über die strukturierten Oberflächen bei verschiedenen Reynolds-Zahlen zu verstehen. Schließlich wurde der Einfluss der hexagonal strukturierten Oberflächen auf die strömungskohärenten Strukturen (LSMs und VLSMs) mit HS PIV bei drei verschiedenen Reynolds-Zahlen ( $Re_D = 6,2 \times 10^4$ ,  $2,13 \times 10^5$  und  $5,33 \times 10^5$ ).

## Summary

The aim of the present work is to investigate the influence of hexagonal structured concave and convex surfaces on the fully turbulent wall-bounded flows, i.e. channel flow and pipe flow. Experiments have been performed in two test facilities: Göttingen wind tunnel for channel flow and CoLaPipe (Cottbus-Large-Pipe) for pipe flow. Both facilities are located in the Aerodynamics and Fluid Mechanics Department, Brandenburg University of Technology Cottbus- Senftenberg.

The first part of the thesis focuses on the investigation done in the wind tunnel, including the validation of the channel among different numerical and experimental data for fully developed turbulent channel flow. The effect of the hexagonal structured surfaces (concave and convex surfaces) on the skin drag in channel flow at different channel heights (20, 30, 40, and 50 mm) was examined for Reynolds number range ( $7.8 \times 10^3 \leq Re_m \leq 3.8 \times 10^4$ ). High spatial measurements and visualisation over a single structured pattern using 2D Laser Doppler anemometry (LDA) are acquired. Finally, high spatial and temporal PIV measurements for the channel flow have been carried out to explore the turbulence and the physical phenomenon of the effect of the hexagonal structures on channel flow.

The second aim of this thesis is to define the influence of the hexagonal structured surfaces on the pipe flow and compare the results among the smooth surface of the pipe flow, including measuring the friction factor measurement for the three surfaces (smooth, concave, and convex surfaces) along with the wide range of Reynolds numbers in the CoLaPipe test facility ( $1.12 \times 10^5 \leq Re_m \leq 8.4 \times 10^5$ ). In addition, detailed pressure measurements were done on the structure's surface to understand the pipe flow behaviour over the structured surfaces at different Reynolds number. Finally, the effect of the hexagonal structured surfaces on the flow coherent structures (LSMs and VLSMs) was investigated using HS PIV at three different Reynolds numbers ( $Re_D = 6.2 \times 10^4$ ,  $2.13 \times 10^5$ , and  $5.33 \times 10^5$ ).