

Auszug aus dem Jahresbericht 2018
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

STRUKTUREN FÜR UMSTRÖMUNGS- UNTERSUCHUNGEN

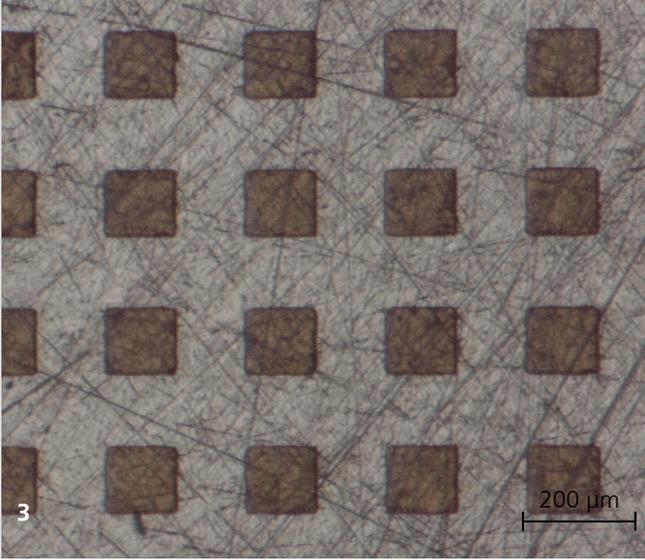
In der Raumfahrt werden Wiedereintrittskörper mit thermischen Schutzschilden vor der enormen Hitze beim Eintritt in die Atmosphäre geschützt. Diese Schutzschilde müssen hohen Sicherheitsstandards genügen. Um sie richtig dimensionieren zu können, wird in Windkanaluntersuchungen am Institut für Strömungsmechanik der Technischen Universität Braunschweig der Einfluss ihrer Oberflächenbeschaffenheit auf die Umwandlung von laminarer in turbulente Umströmung (Transition) gemessen. Hierfür wurden innerhalb des Projekts »HYPTRANS PAK742« am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST Mikrostrukturen mit unterschiedlicher Rauigkeit auf einer generischen Apollokapsel hergestellt.

Mikrostrukturen mit definierter Rauigkeit

Um für die Strömungsmessungen eine Testkapsel mit Bereichen definierter Rauigkeit herzustellen, wurde ein UV-empfindlicher Photolack, wie er in der Halbleitertechnik verwendet wird, auf die Oberfläche des kapselförmigen Metallgrundkörpers aufgebracht. Anschließend erfolgt ein Tempersschritt. Nun wird eine Belichtungsmaske aufgelegt und mit UV-Strahlung belichtet. Nach der Entwicklung verbleiben Mikrostrukturen aus Resist auf der Oberfläche im Zentrum des Kapselgrundkörpers (vgl. Abbildung 2). Die quadratischen Strukturen haben eine Höhe von 20 μm und eine Kantenlänge von 100 μm . Die Mikroskopaufnahme in Abbildung 3 zeigt, dass der Abstand zwischen zwei Mikrostrukturen ebenfalls 100 μm beträgt. Der gesamte sogenannte Rauigkeitspatch nimmt eine Fläche von 20 x 20 mm^2 ein.

Windkanalversuche

Zur Untersuchung der Transitionsvorgänge wurden nach der Fertigung des Rauigkeitspatches oberflächenbündig Wärmestromsensoren eingebracht. Um eindeutig zuordnen zu können, ob die gemessenen Wärmeströme im laminaren oder turbulenten Bereich liegen, stehen Simulationsdaten hinsichtlich des laminaren Wärmestromverlaufs zum Vergleich zur Verfügung. Eine Abweichung größer als fünf Prozent von der laminaren Rechnung wurde als Startort der Transition gewertet. Der simulierte Wärmestromverlauf entstammt einer rein laminaren Strömungssimulation mit einer ideal glatten Wand. Dieser Datensatz erlaubt es, durch einen Vergleich die experimentellen Daten im Hinblick auf den Übergang von laminarer Strömung zur Transition einzuordnen. Es zeigt sich, dass das unterkritische Rauigkeitspatch gegenüber der ideal glatten Messkonfiguration keinen Einfluss hat und erst bei ausreichend hohem Störpegel, der einer Änderung der Kapselposition in der Teststrecke entspricht, eine Transition nahe der Kapselschulter auftritt.



1 *Illustration einer Apollokapsel beim Wiedereintritt in die Atmosphäre.*

2 *Testkapsel mit Mikrostrukturen.*

3 *Mikroskopaufnahme der Mikrostrukturen auf der Oberfläche der Testkapsel.*

Ausblick

Für die nächsten Versuche wird die Höhe der Störelemente auf 80 μm gesetzt, um in den Bereich der reinen rauigkeitsbasierten Transition zu gelangen. Hierbei werden die Leerstellen zwischen den Strukturen mit einer optimalen Störwellenlänge dimensioniert, die durch die Strömungssimulation ein optimales Störungswachstum voraussagt.

Das Projekt

Die beschriebenen Ergebnisse wurden innerhalb des Projekts »HYPTRANS PAK742« erzielt. Das Projekt wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) innerhalb der zweiten Förderperiode von 2015 bis 2018 gefördert.

KONTAKT

Dr. Saskia Biehl
Telefon +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

Nancy Paetsch
Telefon +49 531 2155-765
nancy.paetsch@ist.fraunhofer.de