

Raketentechnik auf Rekord-Niveau

Warr Raketentechnik will als erstes studentisches Team in Europa eine Hybridrakete mit einem kryogenen Motor entwickeln. Derzeit wird das Versorgungssystem der Brennkammer getestet. Dabei hilft Lineartechnik von Rodriguez.

Die Raketentechnik der deutschen Studentengruppe Warr entwickelt seit 1966 Hybridantriebe und setzt sie in Höhenforschungsraketen um. Cryosphere ist das jüngste Vorhaben der Warr Raketentechnik. Das Projekt, an dem die Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik der TU München beteiligt ist, befasst sich mit dem Entwurf, Bau und Start einer kryogen angetriebenen Rakete, die eine Flughöhe von 35 km und Mach > 3 erreichen soll. Die Studenten wollen mit den Raketen den aktuellen europäischen Amateur-Höhenrekord brechen, der aktuell bei 32,1 km liegt. Die Treibstoffe der einstufigen Rakete sind flüssiger Sauerstoff und fester HTPB-Kunststoff.

„Es handelt sich um die erste Hybridrakete mit einem kryogenen Motor in Europa, die vollständig von Studenten entwickelt wird“, erklärt Matthias Bode, Leiter der Raketentechnik bei Warr. Derzeit befindet sich das Projekt auf der Zielgeraden: Im Rahmen des Stern-Programms, welches das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) betreute, haben die jungen Forscher ein Fullscale-Triebwerk gebaut und

im Dezember 2017 erfolgreich am DLR-Standort Lampoldshausen getestet. „Die Entwicklung der Rakete ist zum aktuellen Zeitpunkt effektiv abgeschlossen“, schildert Matthias Bode. „Die Flughardware ist weitgehend fertiggestellt und validiert. Im Laufe des nächsten Halbjahres müssen wir nur noch einige wenige Teile bauen bzw. testen, unter anderem die Brennkammer.“

Tests der Raketen-Brennkammer

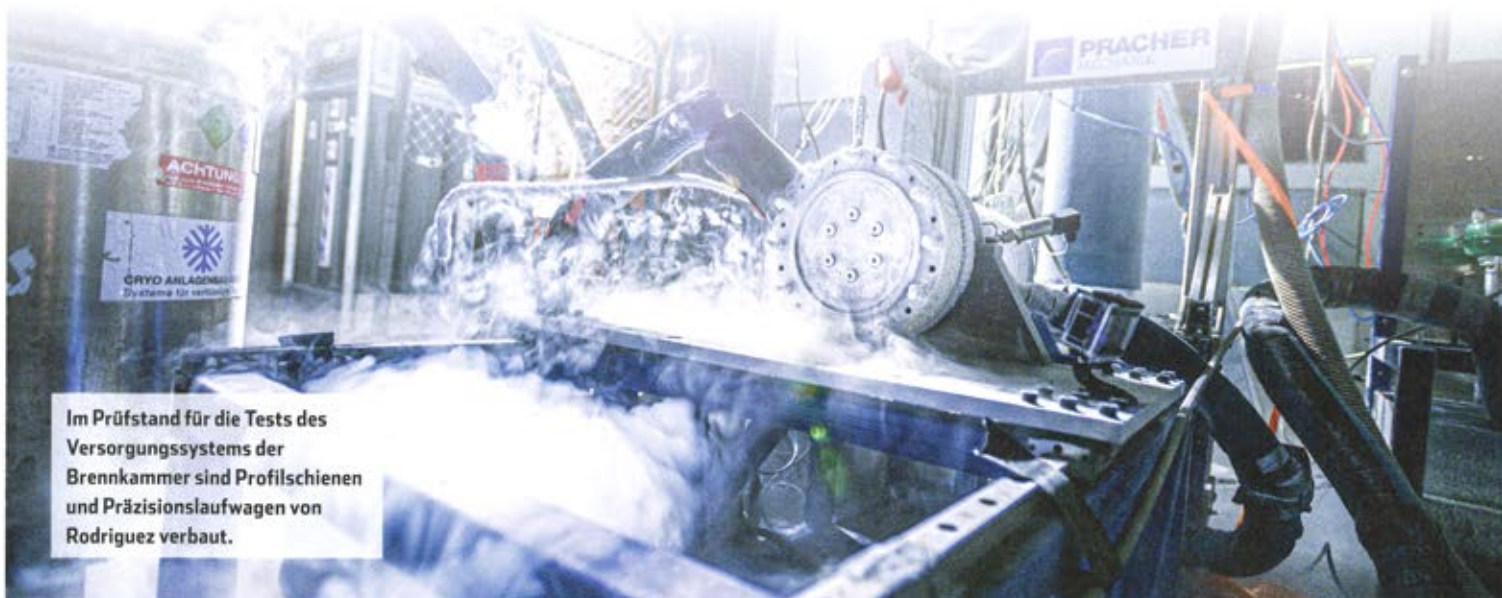
Derzeit testet die Warr Raketentechnik das Versorgungssystem für die Brennkammer der EX-3 Rakete. Zwei wichtige Leistungsmaße dabei sind die Menge an Oxidator im Tank sowie der Massenstrom des Oxidators während des Betriebs der Brennkammer. „Wir bauen Hybrid-Raketen. Das bedeutet, dass wir einen festen Treibstoff in unserer Brennkammer lagern und aus einem weiteren Tank einen flüssigen Oxidator einspritzen“, erläutert Bode. „Wir verwenden dafür Flüssigsauerstoff bei kryogenen Temperaturen von $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$. In der Brennkammer wird die Kombination erhitzt, vermischt und

AUTOR



Nicole Dahlen

Geschäftsführerin Vertrieb,
Marketing und Organisation
Rodriguez



Im Prüfstand für die Tests des Versorgungssystems der Brennkammer sind Profilschienen und Präzisionslaufwagen von Rodriguez verbaut.

verbrannt.“ So werden Gase mit 2000 m/s (7600 km/h) erzeugt, die den Schub der Rakete generieren. Um eine ideale Verbrennung zu erreichen, müssen die Forscher das Mischungsverhältnis sowie den idealen Druck der Brennkammer klar definieren und eine optimale Steuerung des Vorgangs im realen Betrieb sicherstellen.

Um eine genaue Massenmessung zu ermöglichen, wird das Versorgungssystem vertikal verschiebbar gelagert und auf einer Waage abgestützt. Für diesen Zweck bezog die Warr Raketentechnik Profilschienen und Präzisionslaufwagen bei der Rodriguez GmbH aus Eschweiler. „Für unsere Anwendung benötigten wir eine steife und präzise Lagerung unseres Versorgungssystems“, erklärt Bode. „Der gelagerte Abteil wiegt 75 kg im leeren und 120 kg im betankten Zustand und ist 2,50 m hoch. Insgesamt erreicht das Versorgungssystem eine Höhe von 3,50 m.“ Dazu kommt, dass sich die Strukturelemente durch hohe Temperaturgradienten in Folge der Beförderung und Lagerung von cryogenem Flüssigsauerstoff bei $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ deutlich verformen. Die Linearführungen müssen die erzeugten Momente und Spannungen aufnehmen, ohne die Laufeigenschaften der Führungen zu beeinträchtigen.

Im Prüfstand kommen zwei 2 m lange Profilschienen der Größe 25 inklusive Abdeckkappen sowie vier vierreihige, langzeitgeschmierte Präzisionslaufwagen zum Einsatz. „Profilschieneführungen mit vier Kugelreihen pro Laufwagen können Kräfte aus allen Hauptrichtungen aufnehmen“, erläutert Jörg Schulden, Produktmanager Lineartechnik bei Rodriguez. „Die X-Anordnung der Laufbahnen ermöglicht eine gute Einstellung der Vorspannung, zudem wird das System weniger empfindlich für Fluchtungsfehler. Deshalb werden Linearführungen dieser Bauart häufig in Produktionsmaschinen und für Roboteranwendungen eingesetzt.“ Das integrierte Schmier-system verlängert die Wartungsintervalle und macht die Profilschieneführungen wartungsarm. Ein optional lieferbares Metallabdeckband schützt vor Verunreinigungen.

Steifigkeit als wichtiges Merkmal

Bei Warr sind die Profilschienen vertikal verlaufend an die Rückseite des Prüfstands geschraubt. Jede Führung hat zwei Laufwagen. Die Ventilplatte lagert ihr Gewicht auf dem Flüssigsauerstofftank, dieser ist wiederum über eine Stütze auf einer Waage abgelegt. Dank der verschiebbaren Lagerung wird das zusätzliche Gewicht des Oxidators sicher auf die Waage übertragen und lässt sich während der Betankung und dem Betrieb des Triebwerks genau verfolgen. „Die Präzision und Steifigkeit der Linearführungen von Rodriguez waren von großer Bedeutung für diesen Aufbau“, betont Bode. „Insbesondere die Steifigkeit des Systems hat die Inbetriebnahme deutlich vereinfacht und die Genauigkeit und Präzision der Messungen deutlich verbessert.“ Auch die Zusammenarbeit mit Rodriguez sahen die Studenten positiv. Insbesondere konnten der freundliche Vertrieb, der gute Kundenservice und die schnelle Bearbeitung des Auftrags überzeugen. (häu)

www.rodriguez.de



KOMMENTAR

Profilschieneführungen mit vier Kugelreihen pro Laufwagen können Kräfte aus allen Hauptrichtungen aufnehmen. Die X-Anordnung der Laufbahnen ermöglicht eine gute Einstellung der Vorspannung, zudem wird das System weniger empfindlich für Fluchtungsfehler. Deshalb wird diese Bauart häufig in Produktionsmaschinen und der Robotik eingesetzt.

Jörg Schulden

Produktmanager
Lineartechnik, Rodriguez

Im Prüfstand kommen zwei Profilschienen der Größe 25 inklusive Abdeckkappen sowie vier Präzisionslaufwagen zum Einsatz.

