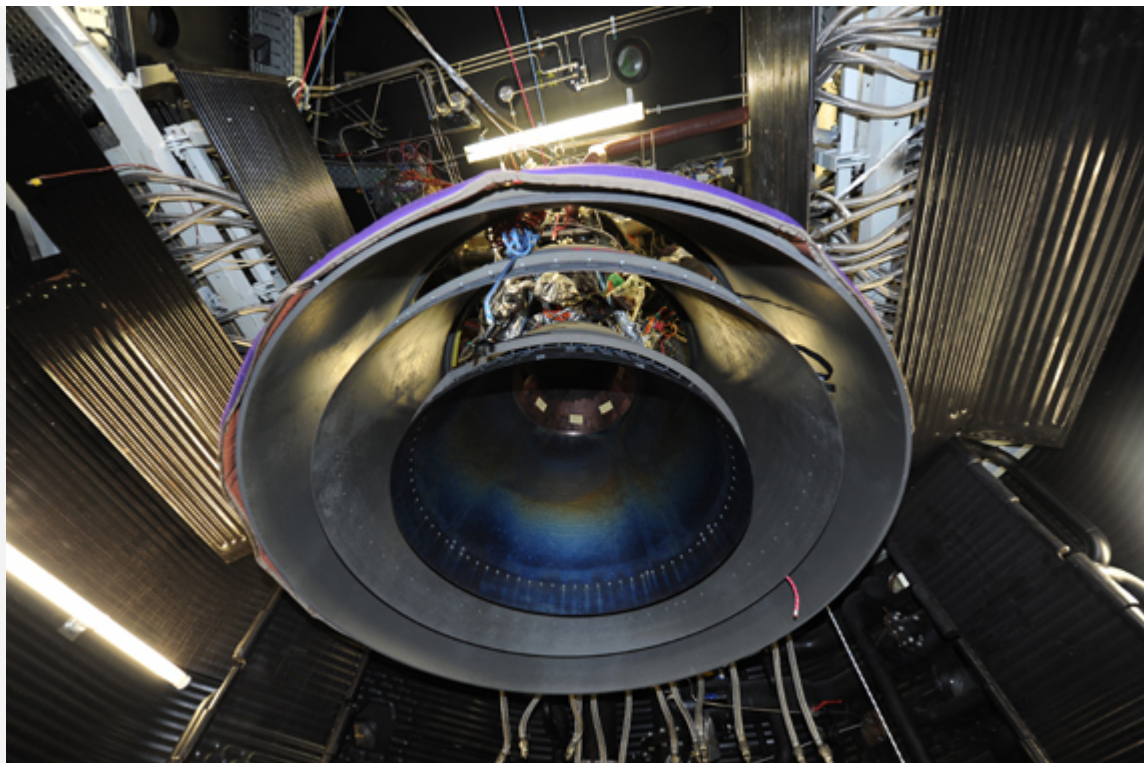


**News-Archiv Lampoldshausen**

**Europas neues Oberstufentriebwerk Vinci erreicht wichtiges Etappenziel:  
DLR testet erstmals lange Expansionsdüse**

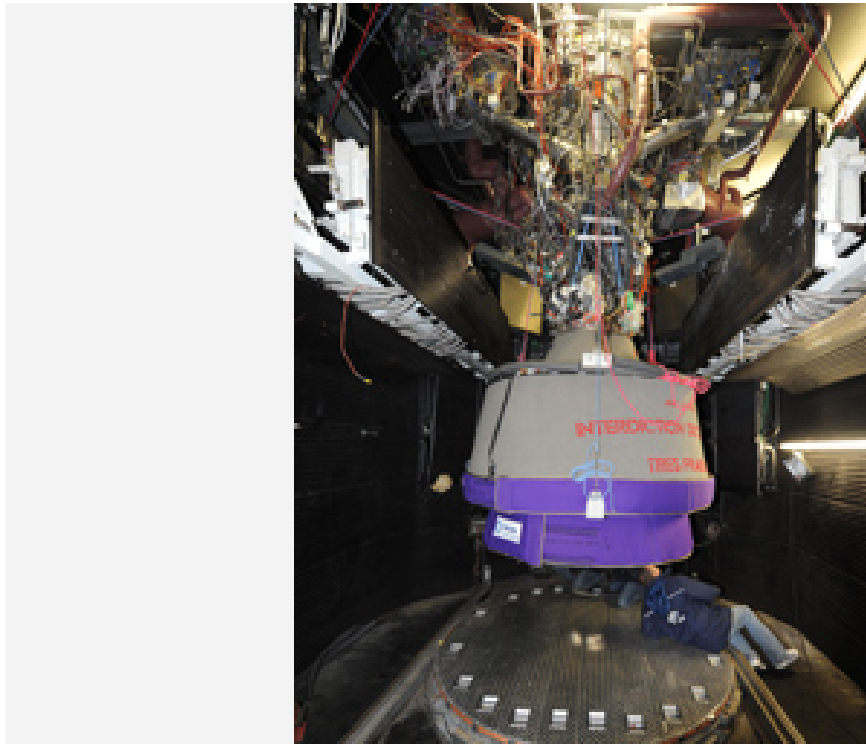
*12. November 2010*



Expansionsdüse des Vinci-Triebwerks besteht aus drei Teilen

Die Entwicklung des Vinci-Triebwerks hat mit dem Einbau der langen Expansionsdüse und dem erstmaligen Heißlauf am Dienstag, den 9. November 2010, einen entscheidenden Meilenstein erreicht. Zum ersten Mal testeten Mitarbeiter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Standort Lampoldshausen im Auftrag des französischen Triebwerksherstellers Snecma das Vinci-Triebwerk mit seiner kompletten, ausfahrbaren Expansionsdüse am ESA-Höhensimulationsprüfstand P4.1. Gefertigt wurde die Düse von der französischen Firma Snecma Propulsion Solide (SPS). Die Hauptzielsetzung dieses Versuchs lag in der genauen Untersuchung des Verhaltens der langen Expansionsdüse insbesondere beim Zünd- und Abschaltvorgang sowie der Leistungsfähigkeit des gesamten Triebwerks bei unterschiedlichen Brennkammerdrücken und Treibstoffmischungsverhältnissen während der Brennpfase.

**Vinci-Triebwerk in Flugkonfiguration: Anforderungen an Prüfstand und Prüfling**



Der Einbau der Vinci-Expansionsdüse erfolgte über mehrere Tage

Die Vorbereitungen am Höhensimulationsprüfstand waren für diesen erstmaligen Versuch des Vinci-Triebwerks in Flugkonfiguration enorm: Alleine der Einbau der fast drei Meter langen Expansionsdüse, die aus drei Einzelteilen besteht, dauerte mehrere Tage. Darüber hinaus brachten die Wissenschaftler des DLR-Instituts für Raumfahrtantriebe zahlreiche Messaufnehmer am Triebwerk und der Düse an. Diese lieferten während des Versuchs eine enorme Datenmenge, die durch die Computeranlage (MCC) des Prüfstands erfasst und archiviert wurde. Wertvolle Erkenntnisse wurden insbesondere aufgrund der optischen Diagnostik durch das DLR gewonnen. So können der Triebwerkshersteller Snecma sowie der Düsenhersteller SPS anhand dieser Daten ihre im Vorfeld des Versuchs gemachten theoretischen Auslegungen bzw. Berechnungen verifizieren und erweitern. Auch für die Konstrukteure des Prüfstandes selbst sind diese Daten von großer Relevanz. "Die Auslegung des Prüfstandes P4.1 beruht maßgeblich an den Anforderungen der langen Expansionsdüse, sodass wir erst mit dieser Versuchskonfiguration die endgültige Bestätigung unserer Auslegung innerhalb des mehrjährigen Inbetriebnahmeprozesses erzielt haben", so Klaus Schäfer, Leiter des Engineerings im DLR-Institut für Raumfahrtantriebe.

#### **Alles im Blick**

Mithilfe von Kameras blickt das DLR-Versuchsteam in die Vakuumkammer, so können sie bereits während des Versuchs, genau das Triebwerksverhalten beobachten. "Mit Spannung konnten wir verfolgen, wie sich die aus einem keramischen Kohlefaserverbundwerkstoff gefertigte Düse direkt nach der Zündung gelb glühend verfärbte", so Lars Ohlenmacher, verantwortlicher Versuchsleiter am Prüfstand P4.1. Die Expansionsdüse erreicht innerhalb kurzer Zeit Temperaturen von mehr als 1.300 Grad Celsius. Ihre Hitze gibt sie durch Strahlung an die direkte Umgebung ab. Daher ist das Innere der Vakuumkammer mit einem wassergekühlten Hitzeschild ausgekleidet.

Für die Zukunft sind weitere Versuchsreihen mit der langen Expansionsdüse geplant, die dann auch den Ausfahrmechanismus, wie er später im Flug bei der Stufentrennung zum Einsatz kommt, beinhalten.



Vinci-Triebwerk mit langer Expansionsdüse in der Vakuumkammer des ESA-Prüfstandes P4.1

### Expansionsdüse – eine zentrale Hauptkomponente

Die Vinci-Expansionsdüse ist aus einem keramischen Kohlefaserverbundwerkstoff (Sepcarb®) gefertigt und besteht aus drei Teilen, den sogenannten Koni A, B und C, quasi konzentrischen Ringen, die teleskopartig ausgefahren werden können. Beim Start der Trägerrakete ist Konus A fest mit dem Oberstufentriebwerk verbunden, während Konus B und C als eine Einheit über das Triebwerk gestülpt sind. Nach dem Abtrennen der Unterstufe fährt diese Einheit nach unten aus und formt nach dem Einrasten mit Konus A die komplette Vinci-Expansionsdüse. Anschließend erfolgt die Zündung des Triebwerks. Dieser Mechanismus bringt entscheidende Vorteile: Da die neue Oberstufe mit etwa zehn Metern ohnehin länger ist als die bisherige, kann auf diese Weise die Bauhöhe der Rakete begrenzt und damit ihr Strukturgewicht reduziert werden. Das führt dazu, dass der Nutzlastgewinn durch das Vinci-Triebwerk maximiert werden kann.

Die Hauptaufgabe der Expansionsdüse ist es, die in der Brennkammer aus der chemisch gebundenen Energie der Treibstoffe durch Verbrennung erzeugte Wärmeenergie in kinetische Energie und damit Schub umzuwandeln. Das in der Brennkammer produzierte heiße Verbrennungsgas, oder auch Abgas genannt, steht dort unter einem hohen Druck. Im konvergenten Teil wird dieses Abgas bis zum engsten Querschnitt auf Schallgeschwindigkeit (Mach 1) beschleunigt. In dem sich anschließenden divergenten Teil, der eigentlichen Düsenenerweiterung, expandiert das Abgas und beschleunigt dabei weiter auf mehrfache Schallgeschwindigkeit. Je schneller das Abgas ist, desto größer ist der Schub des Triebwerks. Der Schub ist optimal, wenn das Abgas auf den am Düsenaustritt herrschenden Umgebungsdruck expandiert. Da dies im Vakuum null bar entspricht, sollte eine Expansionsdüse für ein Oberstufentriebwerk länger sein und ein großes Querschnittsverhältnis von Düsenaustrittsfläche zu engstem Querschnitt aufweisen.

### Ariane 5 ME

Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) hat Astrium mit der ersten Entwicklungsphase für Ariane 5 ME (Midlife Evolution) im Dezember letzten Jahres beauftragt. Für dieses leistungsgesteigerte und wettbewerbsfähigere Trägersystem entwickelt Astrium Space Transportation eine neue Oberstufe, die mit dem wiederzündbaren Raketentriebwerk Vinci der Firma Snecma ausgerüstet sein wird. Die Inbetriebnahme von Ariane 5 ME ist um das Jahr 2017 geplant.

### Kontakt

#### Anja Seufert

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation Lampoldshausen  
Tel: +49 6298 28-201

Fax: +49 6298 28-112  
E-Mail: Anja.Seufert@dlr.de

**Ralf Hupertz**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
DLR-Institut für Raumfahrtantriebe  
Tel: +49 6298 28-182  
Fax: +49 6298 2898  
E-Mail: Hupertz.Ralf@dlr.de

---

*Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.*