

Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis in der VINCI-Schubkammer (Neue ARIANE 5 Oberstufe)

Carsten KÖHLER*, Göran VOGT*, Markus BLUMAUER**,

*VOGT Ultrasonics GmbH, Burgwedel

** Airbus Defence and Space Ottobrunn, ehemals Astrium GmbH, Taufkirchen

Kurzfassung. Beim Start der ARIANE 5 wirken extrem hohe Akustik- und Vibrationslasten auf jedes einzelne Bauteil. Der kleinste Materialfehler kann bei diesen gewaltigen Kräften im Extremfall den Verlust der gesamten Mission bedeuten. Daher ist gerade in dieser Hochtechnologie-Branche mit ihren besonderen Anforderungen und Risiken eine hohe Produktqualität erforderlich.

Die Oberstufen-Schubkammer VINCI besteht im Wesentlichen aus einem Kupfer-Silber-Zirkon-Liner (CuAg3ZrO5), mit bis zu 486 von der Außenseite ein gefrästen Kühlkanälen sowie einer nachträglich aufgetragenen Nickelschicht. Zusätzlich werden danach an der Ober- und Unterseite der Ein- und Auslaufing sowie der Düsenflansch mittels Elektronenstrahl verschweißt.

Die Werkstoff- und Bauteilprüfung der Airbus Defence and Space (ehemals Astrium GmbH) am Standort Ottobrunn führt an der VINCI Schubkammer unter anderem Ultraschallprüfungen zur Volumenprüfung, zur Prüfung der Cu-Ni-Bindezone und zur Schweißnahtprüfung durch. Für die bis zu 1000 kg schweren Bauteile kommen zwei von der Firma VOGT Ultrasonics GmbH bereitgestellte Mehrachsenprüfsysteme vom Typ LS 200 zum Einsatz, welche die hohen Prüfanforderungen erfüllen.

Einführung

Bei der AIRBUS Defence & Space (ehemals Astrium GmbH, Raumfahrt-Infrastruktur) in Ottobrunn bei München werden u.a. seit mehr als 15 Jahren erfolgreich Triebwerke für die ARIANE 5 (siehe Abbildung 1) hergestellt.

Produktionsstandort: Ottobrunn bei München (ca.1.200 Beschäftigte)

© 2014 Airbus Defence and Space. All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document, in whole or in part, is prohibited. All trademarks are the property of their respective owners. All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document, in whole or in part, is prohibited. All trademarks are the property of their respective owners. All rights reserved.



Oberstufenmotor VINCI

Gasgenerator-Zyklus
Treibstoffe LOX / LH2

Brennkammerdruck: 60,8bar
Vakuumschub: 180kN
Brenndauer: 465 sec.

Zentralstufenmotor VULCAIN 2

Gasgenerator-Zyklus
Treibstoffe LOX / LH2

Brennkammerdruck: 117,3bar
Vakuumschub: 1359kN
Brenndauer: 429 sec.

Abb. 1. ARIANE 5

Die Firma VOGT Ultrasonics GmbH beliefert Airbus in Ottobrunn seit mehr als 10 Jahren mit innovativen Ultraschall-Tauchtechnikprüfsystemen der Serie LS200 (siehe Abbildung 2).

LS200 Tauchtechnikprüfsysteme für den Einsatz mit konventioneller Ultraschall und Phased Array Technologie

© 2014 Airbus Defence and Space. All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document, in whole or in part, is prohibited. All trademarks are the property of their respective owners. All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document, in whole or in part, is prohibited. All trademarks are the property of their respective owners. All rights reserved.



Schottenhammel
Drehsteller-Durchmesser = 1.000 mm

Bräurosl
Drehsteller-Durchmesser = 1.500 mm

Abb. 2. Tauchtechnikprüfsysteme aus dem Haus VOGT Ultrasonics GmbH

Sie arbeiten sowohl mit der konventionellen Ultraschallprüftechnik und seit ca. 1,5 Jahren auch mit einer adaptierten Phased Array Technologie. Beim Start einer ARIANE-Rakete wirken extrem hohe Akustik- und Vibrationslasten auf jedes einzelne Bauteil.

Der kleinste Materialfehler kann bei diesen gewaltigen Kräften im Extremfall den Verlust der gesamten Mission bedeuten.

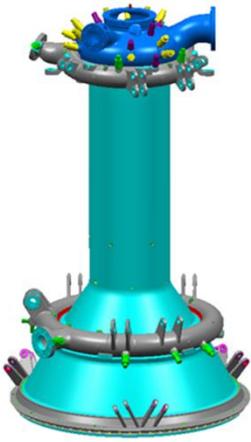
Die Aufgabe der Werkstoff- und Bauteileprüfung der Airbus Defence & Space am Standort Ottobrunn ist es, Fehler in Konsistenz und Beschaffenheit von Materialien und Werkstücken frühzeitig zu erkennen.

Gerade in der Hochtechnologie-Branche Raumfahrt mit ihren besonderen Anforderungen und Risiken ist eine hohe Produktqualität erforderlich.

Die Oberstufen-Schubkammer VINCI (siehe Abbildung) besteht im Wesentlichen aus einem Kupfer-Silber-Zirkon-Liner (CuAg3Zr05), mit bis zu 468 von der Außenseite eingefrästen Kühlkanälen sowie einer nachträglich aufgetragenen Nickel-Schicht.

Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis an der VINCI Schubkammer



Die für dieses Bauteil vorgegebenen Prüfaufgaben mittels Ultraschall sind wie folgt beschrieben:

- **Volumenprüfung**
- **Wanddickenmessung**
- **Prüfung der Bindezone zwischen Cu/Ni**
- **Schweißnahtprüfung**

© 2014 Airbus Defence and Space. All rights reserved. This presentation, its content and all related information, including the design, is the property of Airbus Defence and Space. It is intended for the use of the person to whom it is addressed only. It is not to be distributed, reproduced or used in any way without the prior written consent of Airbus Defence and Space.

26.5.2014 - DGZP-Jahrestagung 2014, Potsdam
Mo-2.A.3
Neue Ariane 5 Oberstufe - Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis an der VINCI Schubkammer | © Carsten Köhler / Markus Blumauer

Abb. 3. Oberstufen-Schubkammer VINCI

Zusätzlich werden danach an der Ober- und Unterseite der Ein- und Auslaufing sowie der Düsenflansch mittels Elektronenstrahl verschweißt.

Die Schubkammer ist ein wesentlicher Bestandteil der neuen Generation eines Hochleistungstriebwerkes für die ARIANE 5.

Die für dieses Bauteil vorgegebenen Prüfaufgaben sind wie folgt beschrieben:

Volumenprüfung (siehe Abbildung 4)

Am Rohteil aus CuAg3Zr05 wird im Rahmen der Wareneingangsprüfung eine Ultraschallprüfung auf innenliegende Materialfehler durchgeführt. Der zu überprüfende Bereich beträgt hierbei ca. 30 mm wobei das Hauptaugenmerk an Fehlstellen liegt, die sich in dem Bereich der Heißgaswand des fertiggedrehten Cu-Liners befinden. Die Prüfung erfolgt gemäß AMS-STD 2154 bei einer zulässigen Fehlergröße von 0,8 mm Flachboden-Sacklochbohrung (FBB). Der Prüfumfang beträgt 100%.

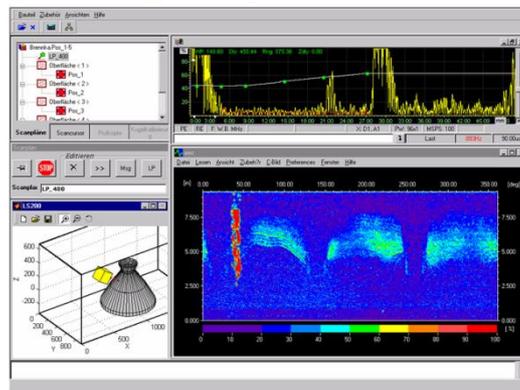
Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis an der VINCI Schubkammer



© 2014 Airbus Defence and Space. All rights reserved. The reproduction, distribution and utilization of this document are allowed for the consideration of the customer to which it has been supplied. It is prohibited to disseminate this document to third parties. All rights reserved for the purpose of this patent. Airbus reserved the right to modify its products without notice.



Volumenprüfung



Anzeige führte zur Zurückweisung

26.5.2014 - DGZIF-Jahrestagung 2014, Potsdam

Mo 2.A.3

Neue Ariane 5 Oberstufe - Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis an der VINCI Schubkammer © | Carsten Köhler / Markus Blumauer

Abb. 4. Volumenprüfung

Wanddickenmessung (siehe Abbildung 5)

An dem fertiggerehten Kupfer-Liner werden bis zu 468 Kühlkanäle mittels Fräsen eingebracht. Die hierbei entstandenen Kanäle weisen eine Breite, je nach Position, von 0,7 – 1,2 mm auf. Die Kanäle haben hierbei eine Tiefe von bis zu 15 mm. Die Restwanddicke (Heißgaswand) zum zukünftigen Schubkammerbrennraum beträgt am dünnsten Bereich lediglich 0,55 mm. Mittels Ultraschallprüfung werden hier an 7, in der Konstruktionszeichnung festgelegten Positionen, Wanddickenmessungen durchgeführt. Um diese Messungen genau durchführen zu können, wird jede Position mit jeweils 10 Scanlinien im Tauchtechnikverfahren abgefahren, so dass von jedem der 468 Kanäle 10 Laufzeitmesswerte ermittelt werden. Aus diesen einzelnen Werten wird anschließend der Mittelwert über einem auf Excel basierendem speziellen Auswerteprogramm ermittelt und protokollarisch dargestellt. Die zulässigen Abweichungen der Restwanddicke sind mit $\pm 0,05$ mm festgelegt, wobei nur ein Wanddickenunterschied von Kanal zu Kanal von $\pm 0,02$ mm zugelassen ist.



Abb. 5. Wanddickenmessung

Schweißnahtprüfung (siehe Abbildung 6)

Der mit den Kühlkanälen versehene Kupfer-Liner wird in einem galvanischen Prozess mit einer Nickelschicht von bis zu 30 mm überzogen. Diese dient zur Stabilisierung der Schubkammer. Anhand einer 100%-gen Ultraschallprüfung wird nun die Bindezone zwischen Kupfer und Nickel überprüft, um eventuell vorhandene Haftungsstellen erkennen zu können. Dabei sind hier vorhandene Fehlstellen auf den Kanalstegen nicht zulässig, da sonst eine Verbindung zwischen den Kühlkanälen bestehen würde.

Zusätzlich werden diverse Elektronenstrahlschweißnähte mittels Ultraschall geprüft (konventionell oder mit Phased Array). Die hierbei verwendete Materialpaarung ist

meistens Nickel/Inco 718. Die nachzuweisende Fehlergröße ist je nach Belastung ausgelegt und beträgt 0,5 mm FBB (Flachboden-Sacklochbohrung).

Ultraschallprüfung zum Qualitätsnachweis an der VINCI Schubkammer

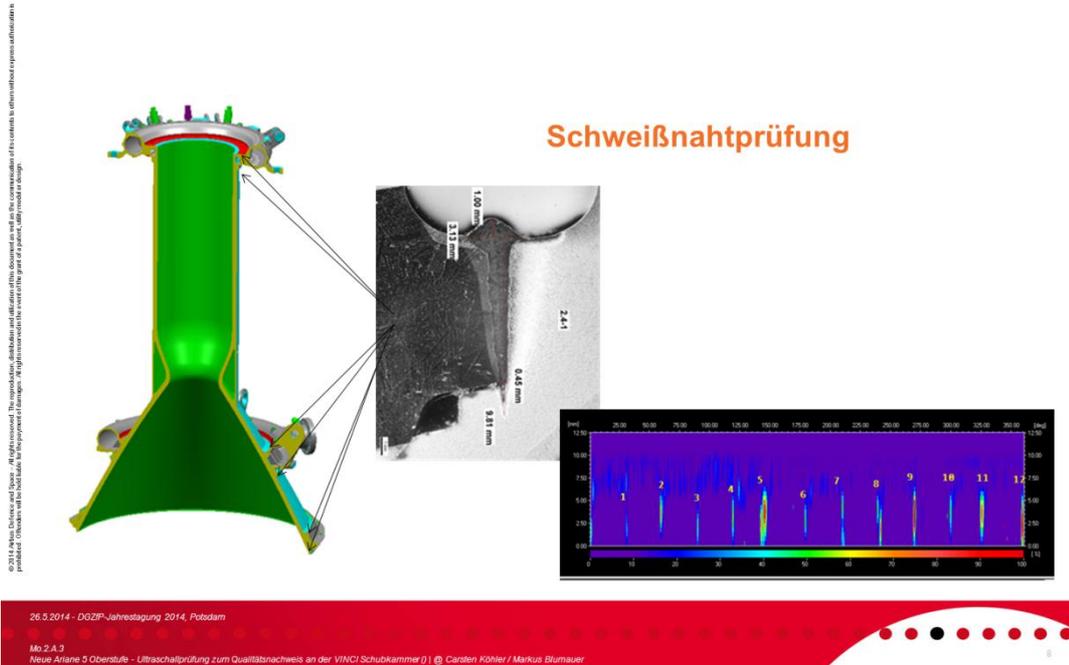


Abb. 6. Schweißnahtprüfung