

## **GRUNDLEGENDE WERKSTOFFWISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN AN EINER LASERSTRAHLGESCHWEIßTEN TITANLEGIERUNG**

Die primäre Zielsetzung der vorliegenden Arbeit beinhaltet zunächst einmal das Ermitteln möglichst optimaler Parameter für eine Schweißnaht im Stumpfstoß mit Ti6Al4V. Dies geschieht mittels eines Festkörperlasers im Laserstrahlverfahren. Im Anschluss folgen eine Reihe von Prüfungen, Versuchen und Untersuchungen, welche die zuvor festgelegten Parameter am Laser unterstreichen sollen. Die Schweißnaht wird einer Härteprüfung sowohl vor als auch nach diversen Wärmebehandlungen unterzogen. Ferner wird unter den gleichen Gesichtspunkten eine Korrosionsprüfung an der Naht stattfinden. Des Weiteren wird eine Zugprüfung durchgeführt, die unter anderem Informationen über die Duktilität und Festigkeitswerte repräsentieren. Im Rahmen der Metallografie werden mittels Rasterelektronenmikroskopie, energiedispersiver Röntgenspektroskopie und Lichtmikroskopie Bewertungen an der Schweißnaht getroffen. Mit dieser großen Bandbreite an Untersuchungen soll ein grundlegendes werkstoffwissenschaftliches Ergebnis der Eigenschaften von Laserstrahlgeschweißtem Ti6Al4V dargestellt werden. Dabei kristallisiert sich, als eine entscheidende Einflussgröße für alle Prozesse und Untersuchungen, die Affinität von Titan zu Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff als Herausforderung heraus. So ergab sich im Laufe der Untersuchungen die Notwendigkeit zur Entwicklung eines verbesserten Verfahrens der Schutzgasdüsenwinkelstellung sowie der für Schweißprozesse von Titanlegierungen wichtigen Formierung. Aus dieser Erkenntnis heraus entstand der F-F-A (Flexibler-Formier-Adapter), mit dessen Hilfe eine deutliche Verbesserung aller nachfolgenden Schweißprozesse erzielt werden kann. Repräsentative Ergebnisse der Weiterentwicklung sind im Rahmen der Metallografie bereits in dieser Arbeit dargestellt. Versuchsweise wurde zusätzlich eine Kehlnaht geschweißt um weitere Erkenntnisse im Bereich des Laserstrahlschweißens zu erlangen.

### **Abstract**

The primary objective of the present work mainly contains the determination of the most optimal parameters possible for a welded seam in the butt joint with Ti6Al4V. This is done by means of a solid-state laser in the laser beam process. This is followed by a series of tests, experiments and studies which are intended to underline the previously defined parameters on the laser. The welded seam is subject to a hardness test both before and after various heat treatments. Furthermore, a corrosion test on the seam will take place under the same aspects. In addition, a tension test is carried out which, among others, provides information on ductility and strength values. In the context of the metallography, evaluations on the welded seam using scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray spectroscopy and light microscopy are made. This wide range of studies presents a fundamental materials science result of the properties of laser beam welded Ti6Al4V. The affinity of titanium for oxygen, nitrogen and hydrogen emerges a key variable influencing all processes and studies. In the course of the investigations, it became necessary to develop an improved process for the angle adjustment of the protective gas nozzle and the forming that is important for the welding processes of titanium alloys. With this awareness, the F-F-A (flexible forming adapter) was created, which helps to significantly improve the results of all subsequent

welding processes. Representative results of this further development are already presented in this work within the context of metallography. As an experiment, a fillet weld was also welded in order to gain further knowledge in the field of laser beam welding.

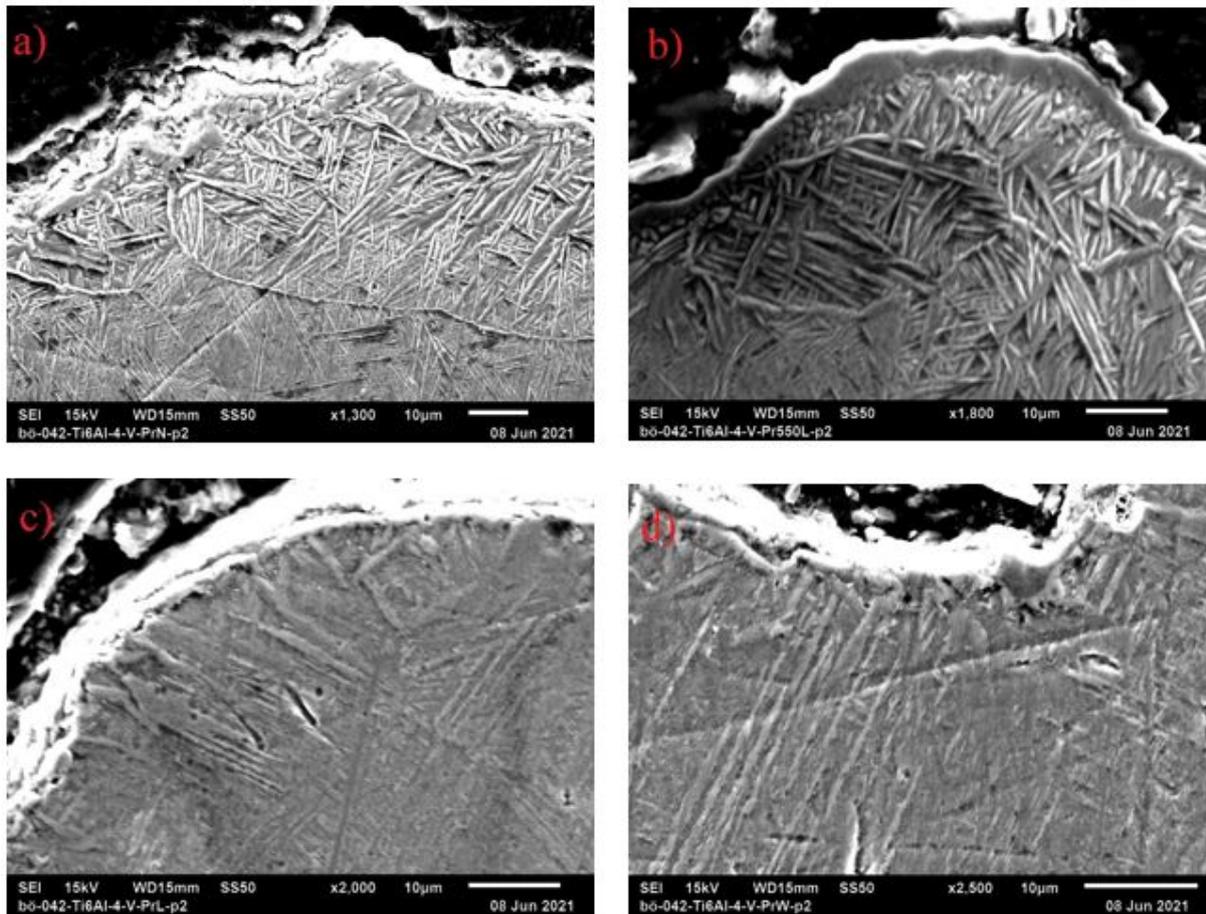


Abbildung 1 Gefügeausbildung an der Oberfläche, a) Nadelige  $\alpha$ -Phase aus Titanoxid, b) wie a) mit gelöstem Stickstoff im  $\alpha$ -Titanmischkristall, c) Martensitisches Gefüge bis zur Metalloberfläche, d) wie c)