

Prozeßtaugliche Laservorbehandlung zum Kleben

Die Fügetechnik Kleben hat sich in der Automobilindustrie mittlerweile etabliert und Analysten sagen ihr eine große Bedeutung für die nächsten Jahre voraus. Obwohl Klebstoffe entwickelt wurden, die auf ungereinigten, mit Schmierstoffen verschmutzten Blechen eingesetzt werden können, besteht bei schwer klebbaren Materialien wie Edelstahl oder Leichtmetallen die Notwendigkeit, die Bauteile vorzubehandeln, um die geforderte Alterungsbeständigkeit der Klebung sicherzustellen. Stand der Technik bei derartigen Materialien ist das naßchemische Vorbehandeln (Anodisieren) der kompletten Bauteiloberfläche. Diese Technik wird industriell zwar sicher beherrscht, sie ist jedoch aufwendig, unflexibel und nur bei großen Stückzahlen wirtschaftlich vertretbar. Aufgrund der geringeren Losgrößen und der kürzeren Produktlaufzeiten sind an eine fertigungsgerechte Vorbehandlungsmethode zukünftig folgende Anforderungen zu stellen:

- flexibel anwendbar
- in bestehende Abläufe integrierbar
- schnell und reproduzierbar
- ortsselektiv einsetzbar

Die nachfolgend vorgestellte Laservorbehandlungsmethode verfügt über diese Eigenschaften und könnte das Kleben von oberflächenkritischen Materialien in automobilen Prozeßabläufen enorm vereinfachen.

Funktionsweise der Laservorbehandlung

Laser werden heute bereits zum schnellen und effektiven Reinigen von verschmutzten Bauteiloberflächen genutzt. Allerdings reicht bei oxidiertem Aluminium oder passivem Edelstahl das alleinige Entfernen dieser Schmutzpartikel zum dauerhaften Kleben von Automobilen nicht aus. Bei diesen Materialien muß die Oberfläche klebgerecht modifiziert werden. Der Laser bietet die Möglichkeit der berührungslosen Vorbehandlung der Bauteile ohne zusätzliches Medium und ohne Bauteilerwärmung. Die Funktionsweise des definierten Abtrags von klebunfreundlichen Oberflächenschichten ist in Bild 1 dargestellt. Der aufgefächerte Laserstrahl wird über die Bauteiloberfläche gefahren; abhängig vom eingestellten Laserparameter werden nur die absorbierenden Schichten entfernt (Reinigen) oder es wird die verbleibende Oberfläche modifiziert und strukturiert (Vorbehandlung), so daß der Klebstoff auf eine klebfreundliche, immer gleiche Oberfläche aufgetragen wird.

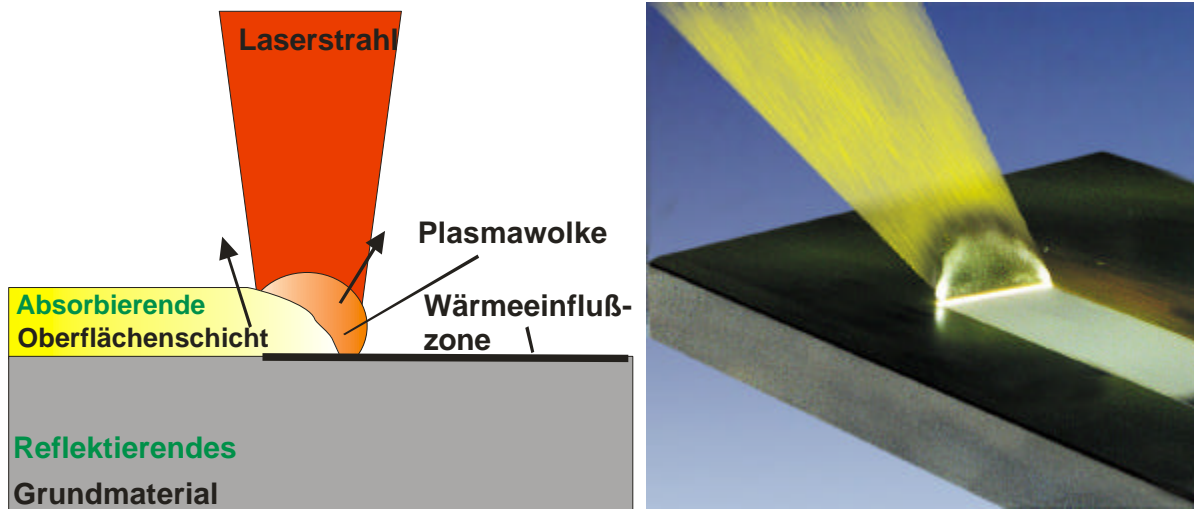


Bild 1: Prinzip der Laservorbehandlung

Der entscheidende Vorteil bei diesem Vorbehandlungsverfahren besteht darin, daß nicht das gesamte Bauteil vorbehandelt werden muß, sondern nur der Klebflansch. Die mögliche Verfahrensgeschwindigkeit ist von der Laserleistung abhängig; bisher wurden bis zu 400 mm/s umgesetzt. In Bild 2 ist die mit unterschiedlichen Laserparametern erzielbare Oberflächenstruktur eines Aluminiumwerkstoffes (Al 6040) zu erkennen.

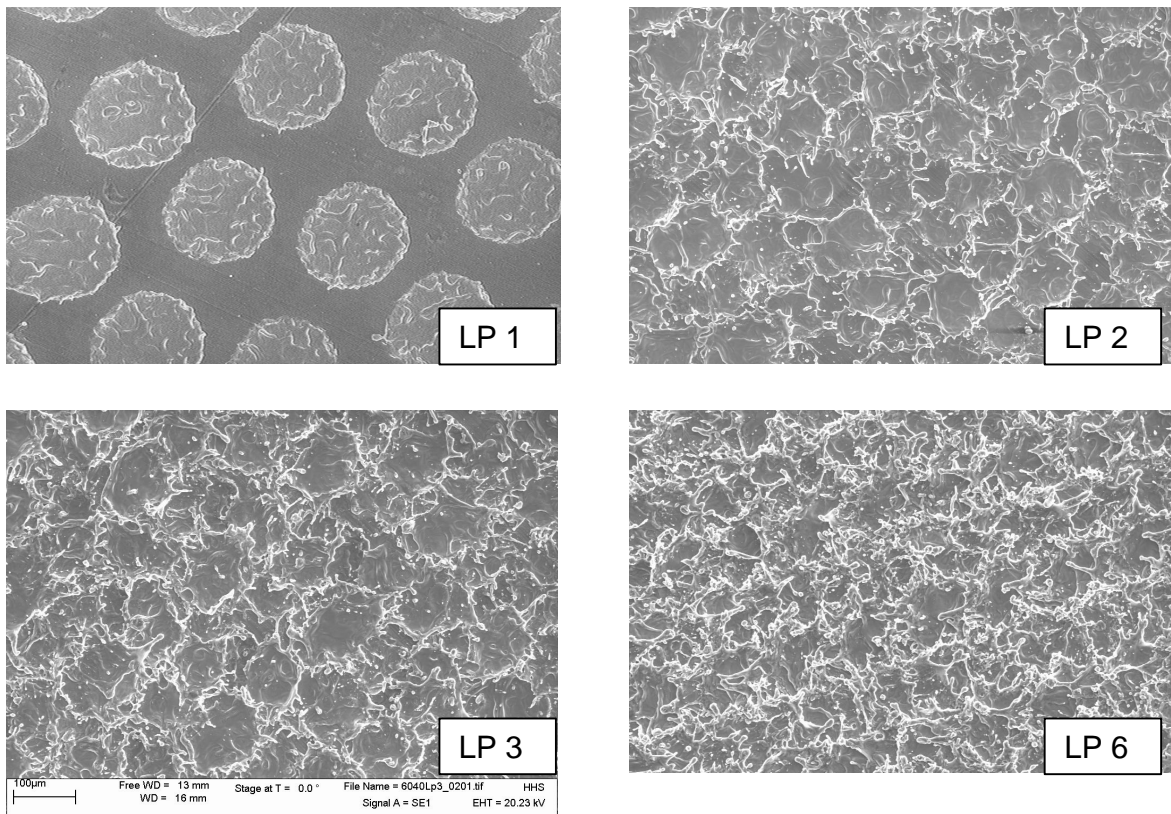


Bild 2: Oberfläche von Aluminium Al 6040 nach der Bearbeitung mit unterschiedlichen Laserparametern

Hierbei unterscheiden sich die Laserparameter sowohl durch die Leistungsdichte der einzelnen Laserpulse (LP 6 > LP 3 > LP 2 > LP 1) als auch durch die Überlappung der

einzelnen Laserpulse (LP 6 stark überlappt bis LP 1 nicht überlappt) in einer Scanlinie. Beim Einsatz des LP 6 ist die gesamte Oxidschicht entfernt und die Oberflächentopographie zeichnet sich durch eine feine, homogene Struktur aus.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß bei der Vorbehandlung mit LP 6 sehr gute Festigkeiten und Beständigkeiten erzielt werden. Grund hierfür sind die chemischen und morphologischen Veränderungen der oberflächennahen Schichten.

Nachweis der Alterungsbeständigkeit

In umfangreichen Versuchsreihen mit im Automobilbau üblichen Werkstoffen und Klebstoffen wurden der Nutzen und die Qualität dieser Vorbehandlungsmethode nachgewiesen. Anhand der Veränderung der Zugscherfestigkeit von ungealterten zu gealterten Proben, die unbehandelt und mit unterschiedlichen Laserparametern vorbehandelt geklebt wurden, konnte die Verbesserung des Alterungsverhaltens ermittelt werden.

Als beschleunigter Alterungstest wurde der in der Automobilindustrie bekannte VDA-Wechseltest 621-415 gewählt, ein zehnwöchiger Klimatest mit Feuchte- und Temperaturwechselbeanspruchung.

Die Ergebnisse sind in Bild 3 dargestellt. Eine sauerstoffgestützte Vorbehandlung mit dem Laserparameter 6 stabilisiert eine Aluminiumklebung so stark, daß nach dem VDA-Wechseltest die Festigkeit der Klebung nur um 20 % unter der Festigkeit im ungealterten Zustand liegt – ein hervorragender Wert.

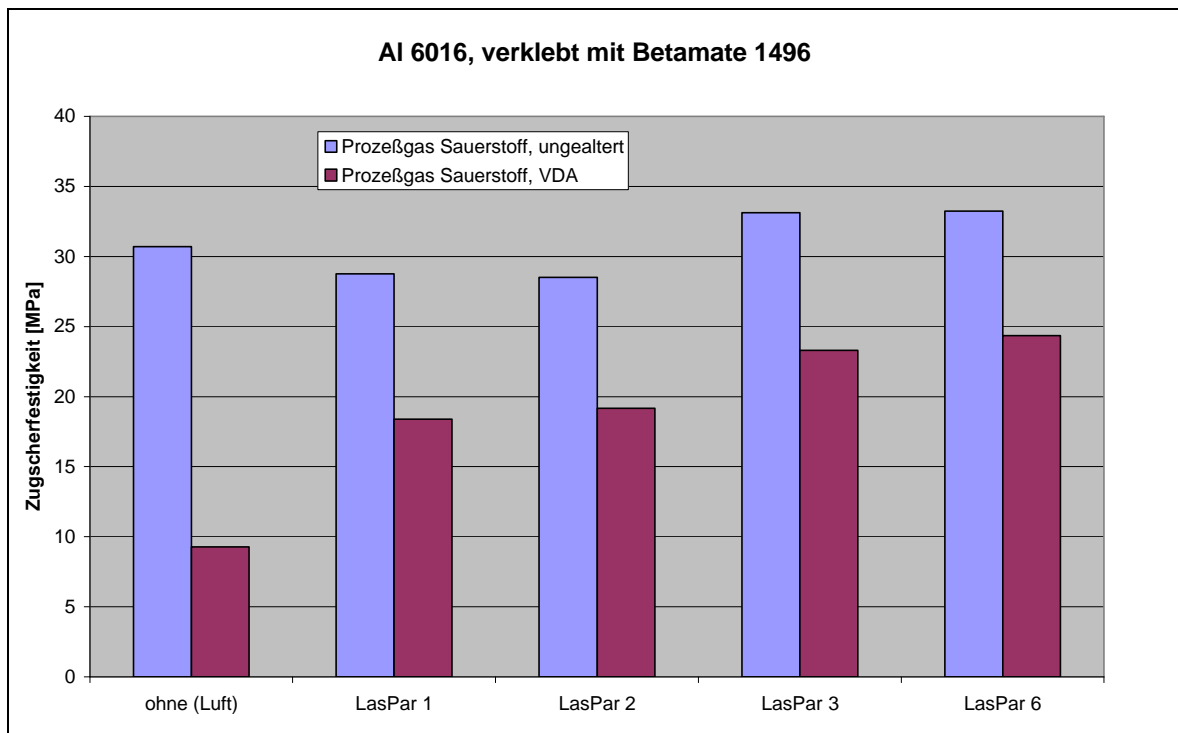


Bild 3: Al 6016, verklebt mit Betamate 1496; Referenz: entfettete Probe ohne jede Vorbehandlung

Anlagentechnik

Um den verschiedenen Kundenwünschen gerecht werden zu können, wurde eine Anlagenfamilie entwickelt, die nahezu sämtliche Fertigungswünsche abdecken kann. Es stehen fasergekoppelte, mobile und kompakte Laserstrahl-Reinigungssysteme mit bis zu 500 Watt mittlerer Laserleistung zur Verfügung.



Bild 4: Mobile, leistungsstarke Laseranlagen bis zu 500 W



Bild 5: Handgeführte Laserbehandlung

Neben dem beim Kleben schwieriger Materialien üblichem Fertigungsablauf – Vorbehandlung, Weitertransport und Klebstoffauftrag – besteht auch die Möglichkeit, die Vorbehandlung und den Klebstoffauftrag in einem Arbeitsschritt mit einem Multifunktions-Auftragskopf zu bewerkstelligen (Bild 6). Durch die geringe Baugröße und die flexiblen Zuleitungen des Lasers ist man damit in der Lage, schwer klebbare Bauteile selektiv ausschließlich an der Klebfläche vorzubehandeln und auf dieser frisch erzeugten Oberfläche den Klebstoff zeitnah aufzutragen.

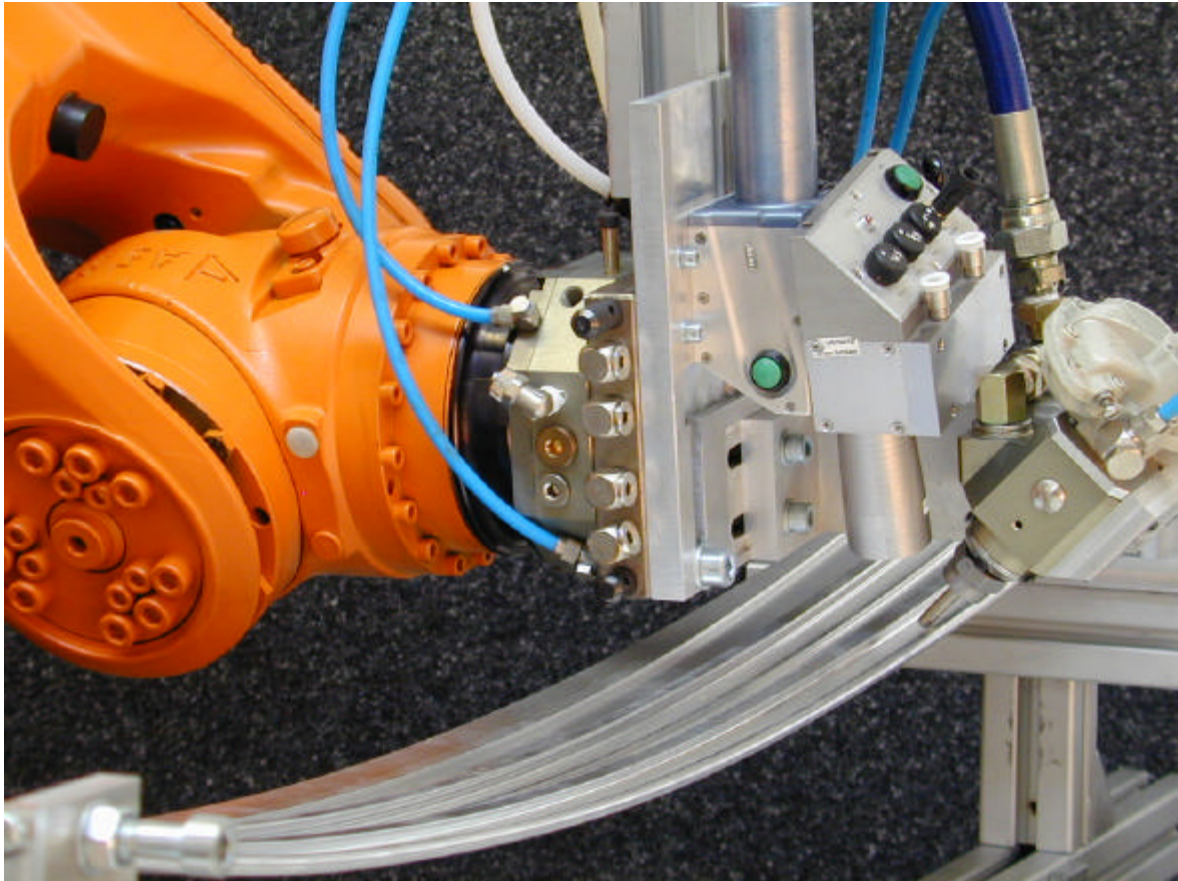


Bild 6: Robotergeführter Multifunktions-Auftragskopf

Fazit

Mit dem vorgestellten Laservorbehandlungsverfahren steht der Industrie ein flexibles, wirtschaftliches und sehr prozeßfreundliches Werkzeug zur Verfügung – ob als mobile Handanlage für Reinigungs- und Vorbehandlungsaufgaben bei Kleinserien oder integriert in einen Multifunktions-Auftragskopf an einem Industrieroboter.

Autoren

- Dr.-Ing. Christian Lammel; christian.lammel@iff-gmbh.de, Geschäftsführer IFF GmbH
- Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Edwin Büchter; buechter@clean-lasersysteme.de, Geschäftsführer Clean Lasersysteme