

# REINIGUNG MIT LASERTECHNIK – Ein Überblick

„Reinigen“, „Entschichten“ oder „Entlacken“ – abtragende Laserverfahren in der Oberflächentechnik sind zahlreich und vielfältig. 4JET hat in unterschiedlichen Industrieprojekten die Vorteile der berührungslosen Bearbeitung mit Licht umgesetzt.

**Die Basistechnologie – Laserabtragen**  
Zur wirtschaftlichen Oberflächenbearbeitung eignen sich insbesondere gepulste Festkörper- oder Faserlaser, für exotischere Anwendungen kommen auch gepulste CO<sub>2</sub>-TEA- oder Excimerlaser zum Einsatz. Daneben lassen sich auch mit kontinuierlichen CO<sub>2</sub>-Lasern manche Reinigungsaufgaben lösen.

Für die Ablation mit gepulster Laserstrahlung werden kurze Pulse (typischerweise im Bereich weniger Nanosekunden) eingesetzt. Das gepulste und fokussierte Licht trifft mit Energiedichten von einigen J/cm<sup>2</sup> und Spitzenleistungen im MW-Bereich auf die zu verarbeitende Oberfläche.

Die schlagartig eingebrachte Energie kann sich nicht ausbreiten und sprengt das zu entfernende Material in einem kleinen Bereich explosionsartig ab. Die Einwirkzone entspricht dabei der Größe des Laser-Strahlflecks auf der Oberfläche, die Eindringtiefe liegt je nach Anwendung bei wenigen µm pro Puls. Indem dieser Prozess vielfach pro Sekunde wiederholt wird, lässt sich eine Oberfläche Scansysteme werden die Strahlflecken aneinandergesetzt, um eine größere zusammenhängende Fläche zu bearbeiten. Es lassen sich sowohl organische Deckschichten als auch Metalle entfernen. Aufgrund der vergleichsweise schlechten Absorption des kurzwelligigen Lichts in organischen Deckschichten findet der Abtrag teilweise nicht durch das schichtweise ablatieren „von oben nach unten“ statt, sondern indem die Laserstrahlung erst auf dem Trägerwerkstoff und damit unter der zu entfernenden Schicht absorbiert wird und diese „von unten“ abhebt. Das abgesprengte Material – in der Regel feiner Staub und Gas – wird lokal

abgesaugt und einem Filter zugeführt. Das Laserlicht wird vom Trägerwerkstoff – beispielsweise einer Vulkanisierform aus Aluminium – in der kurzen Pulsdauer kaum absorbiert. Dadurch kommt es zu keiner thermischen Beeinträchtigung des Trägermaterials. Insbesondere organische Materialien lassen sich daher gut von Oberflächen entfernen. Darüber hinaus können aber auch mineralische Schichten wie Oxide und Keramiken bearbeitet werden.

Die Geschwindigkeit wird durch die eingesetzte Laserleistung und das Absorptionsverhalten der Deckschicht bestimmt. Beim Abtragen dünner Schichten von Schmiermitteln zur Schweißvorbereitung werden pro 100 W auf die Deckschicht eingebrachte Laserleistung Flächenleistungen von 10 cm<sup>2</sup>/s erreicht. Vulkanisierformen mit einer zerklüfteten Werkzeugoberfläche von über 1 m<sup>2</sup> lassen sich in etwa 20 Minuten reinigen. Eine 35 µm starke KTL-Schicht lässt sich mit einer Rate von 8 cm<sup>2</sup>/s bei einer Laserleistung von 750 W abtragen.

## Anwendungsbeispiel I

### KTL-Entlackung

Um Bauteile mit einem hochwertigen Korrosionsschutz zu versehen, erhalten sie eine KTL-Beschichtung. In bestimmten Bereichen – wie zum Beispiel im

Bereich der Lagersitze von Radnaben – darf jedoch keine KTL-Schicht auf dem Bauteil sein. Herkömmlich wurden die Bauteile vor dem Lackieren entsprechend maskiert. Dies ist jedoch sehr aufwendig und es kann nicht ausgeschlossen werden, dass KTL-Lack unter die Maske fließt. Genau hier liegen die

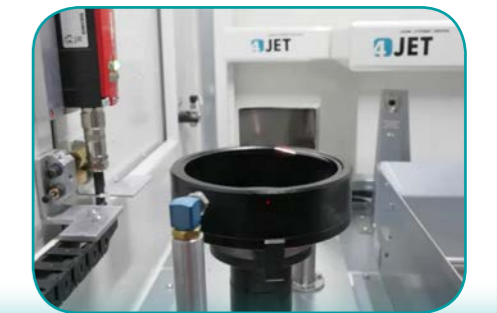
Vorteile der KTL-Entlackung mittels Laser. Das Bauteil wird dabei zunächst vollständig lackiert. Ein gepulster Festkörperlaser trägt dann selektiv die KTL-Schicht in den jeweiligen Bereichen ab und legt sie frei. Die unter dem KTL-Lack liegenden Schichten – beispielsweise Zinkphosphat – werden dabei nicht angegriffen.



## Anwendungsbeispiel II

### Schweißnahtvorbereitung von Getriebeteilen zur Vermeidung von Rissen und Poren:

Getriebeteile können mit einem gepulsten Festkörperlaser auf definierten Stellen rückstandsfrei von Korrosionsschutz, Ölen und Fetten gereinigt werden, um für einen folgenden Schweißprozess Prozesssicherheit zu gewährleisten. Der Reinigungsprozess wird automatisiert durchgeführt und überwacht, so dass jedes Bauteil den Anforderungen entspricht. Die Qualität des Reinigungsprozesses wird durch eine geeignete In-Prozess-Messung sichergestellt.



### Zu den bekannten Materialien, die sich mit einem der Laserverfahren entfernen lassen, zählen unter anderem:

- Prozessrückstände (z.B. in Formwerkzeugen) wie die Nebenprodukte der Vulkanisation von „Gummi“ (Ruße, Trennmittel, Kautschuk)
- Harzrückstände
- Produkte des Injection Moldings von Kunststoff
- Isolierschichten (z.B. auf CU-Leiterbahnen) wie PU, PVC, PTFE, PP, PUR, PET und PI (Kapton®)
- Verschleiß- und Korrosionsschutz (z.B. auf Rohrleitungen) wie PA und PVF
- Beschichtungen (z.B. auf Walzen oder in Formen) wie Gummi und Teflon®
- Lacke (auf Metall oder Verbundwerkstoffen)
- Pulverlacke und Wasserlacke
- Oxide, Eloxat und Hardcoating
- Metalle (z.B. Molybdän auf Glas, Zink auf Stahl, CU-Leiterbahnen auf Folien)

### Wesentliche Vorteile der Laserbearbeitung:

- Trockenes Verfahren, das Lösungsmittel oder Strahlgut eliminiert
- Keinerlei zu entsorgende Verbrauchsmaterialien
- Hohe Prozess-Sicherheit und Wiederholbarkeit
- Kompakter Footprint
- Selektivität des Prozesses – die Bearbeitungsbereiche lassen sich im Gegensatz zu nassen Prozessen genau definieren und auf die zu reinigenden Flächen minimieren
- Keinerlei mechanische oder chemische Beeinträchtigung des Trägermaterials