

# ROTATIONSSYMMETRISCHE FUNKTIONSFLÄCHEN EFFEKTIV LASERSTRAHLHÄRTEN

## DIE AUFGABE

Das Laserstrahlhärten mit Hochleistungsdiodenlasern hat sich in den letzten 10 Jahren in der Industrie als Randschichthärteverfahren etabliert. Vorteile des Verfahrens, wie die gute Lokalisierbarkeit der Härtezonene, die Möglichkeit der Härtung schwer zugänglicher Bereiche (z. B. in Bohrungen) sowie die geringe Wärmebelastung der Bauteile und der damit verbundene geringe Verzug, kommen dabei zum Tragen.

Üblicherweise werden an den Bauteiloberflächen Bahnen mit einer Breite von 1 Millimeter bis zu mehreren Zentimetern im Vorschubverfahren gehärtet. Geschlossene Härtebahnen (z. B. Ringe) sind damit nur schwierig umzusetzen, da beim Zusammentreffen des Start- und Endpunktes der Laserhärtebahn Anlasseffekte auftreten können, die zu einer lokalen Absenkung der Härte sowie zu einer ungünstigen Eigenspannungsverteilung führen.

Gerade der Verschleißschutz an Bauteilen mit rotations-symmetrischen Funktionsflächen mittels Laserhärten ist aber in der Automobilindustrie und in anderen Branchen von hohem Interesse.

Ziel der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IWS Dresden war es deshalb, Verfahrensvarianten und dafür geeignete Strahlformungseinheiten zu entwickeln, mit denen auch rotations-symmetrische und kompliziert geformte Funktionsflächen durchgängig und anlasszonenfrei gehärtet werden können.

## LÖSUNG

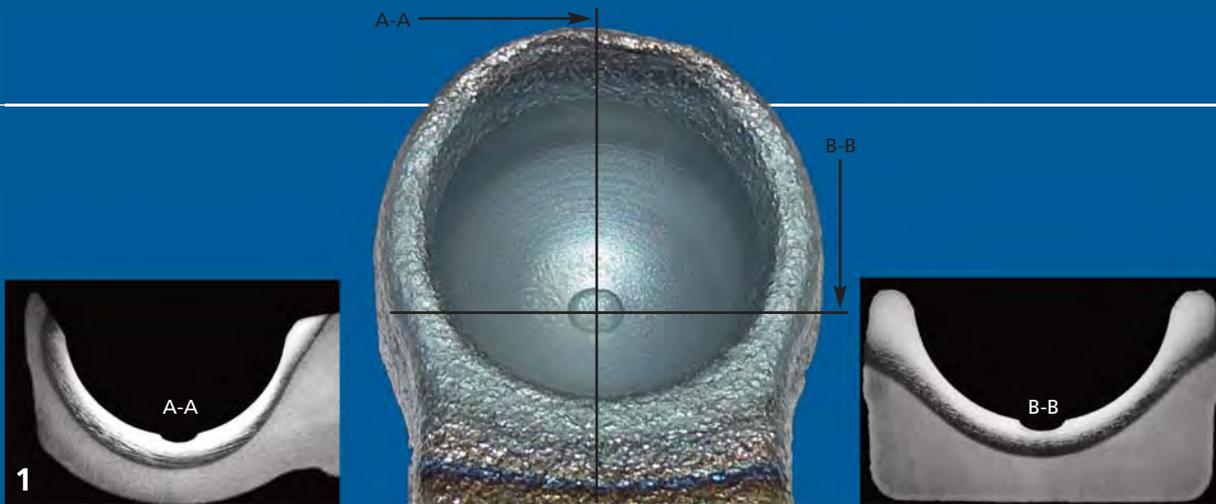
Für große kompliziert geformte Bauteile mit 3D-Härtezonegeometrien, wie z. B. Umformwerkzeugen, Turbinenschaufeln, Winkelringen o. ä., erfolgt die Härtung mit zwei kooperierend arbeitenden Robotern, die beide mit einem flexiblen 1D-Scannerstrahlformungssystem »LASSY« mit integrierter Temperaturregelung ausgestattet sind (siehe auch Jahresberichte 2009 / 2010). Darüber hinaus wurden folgende Verfahrensvarianten und zugehörige Strahlformungssysteme entwickelt, erprobt und in die industrielle Anwendbarkeit bzw. Produktion überführt:

1. Schnelle Bauteilrotation mit temperaturgeregelter Laserleistungssteuerung
2. Bauteilangepasste Ringstrahloptiken
3. 2D-Scanner
4. Drehspiegeloptiken

Damit stehen den Anwendern spezifische Lösungen für eine breite Bauteilpalette zur Verfügung, die neue Lösungen für Konstruktion und Fertigung hoch belasteter Bauteile ermöglichen und dazu beitragen, Fertigungszeiten, Kosten und Energiebedarf bei der Randschichthärtung deutlich zu senken.

## ERGEBNISSE

1. Für Wellen, Wellenabsätze, Ringnuten, Anlaufkanten o. ä. bis ca. 50 mm Durchmesser eignet sich die Erzeugung eines ringförmigen Austenitisierungsfeldes durch ausreichend schnelle Rotation des Bauteils. Nach einer kurzen Aufheizphase kann der glühende Ring mittels einer NC-Vorschubbewegung entlang des rotierenden Bauteils geführt werden.



Die Flexibilität dieser einfachen Verfahrensvariante ist sehr hoch, da die Anpassung an Werkstoff, Bauteildurchmesser, Härtungszonentiefe und Übergangsradien durch die NC-Steuerung erfolgt.

2. Für geschlossene Härteringe auf nahezu ebenen Flächen, z. B. für Muttern, Anlaufscheiben, Sitzflächen, Ventilsitzringe o. ä. eignen sich speziell entworfene Ringoptiken, mit denen die komplette Härtebahn in einem Schuss gehärtet wird. Einer äußerst einfachen Bauteilaufnahme stehen jedoch für größere Durchmesser oder Ringbreiten überproportional wachsende Laserleistungen gegenüber.

3. Mit 2D-Scannern können dagegen quasi beliebig geformte geschlossene Härtebahnen auf ebenen bzw. leicht gekrümmten Flächen erzeugt werden. Im Vergleich zu statischen Ringoptiken sind bei größeren Härtebahnen andere Grenzwerte in Bezug auf die erreichbare Einhärtetiefe zu beachten, der Laserleistungsbedarf ist in der Regel deutlich geringer.

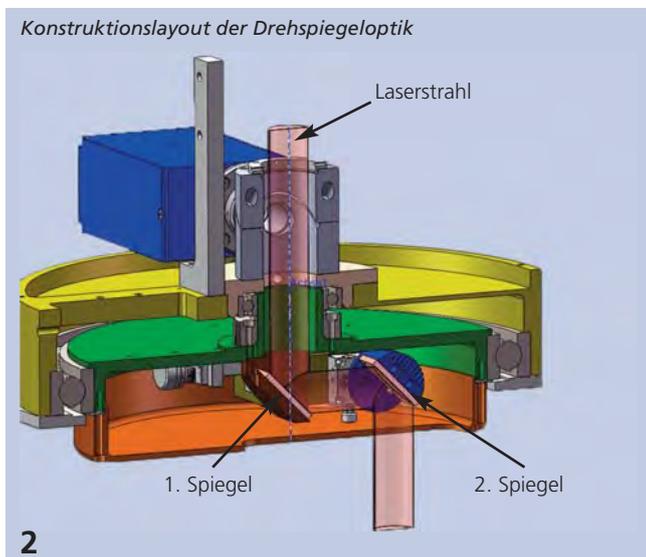
4. Für stark gekrümmte, rotationssymmetrische konvexe oder sogar konkave Bauteiloberflächen wurde eine flexible Sonderoptik auf Basis eines rotierenden Spiegelsystems mit integrierter Temperaturregelung entwickelt. Der Laserstrahl wird

über zwei Umlenkspiegel geführt, die um die Laserstrahlachse rotieren (Abb. 2).

Die Drehzahl kann stufenlos an die Anwendung angepasst werden. Durch Winkelverstellung am zweiten Umkehrspiegel lässt sich nicht nur eine ausreichend steile Einstrahlung des Laserstrahls auf ebene und leicht gekrümmte Funktionsflächen realisieren, sondern auch stark gekrümmte Flächen und sogar zylindrische Bereiche an Wellen lassen sich bearbeiten. Die Flexibilität der Drehspiegeloptik ist diesbezüglich optimal, aufgrund der Drehbewegung sind aber ausschließlich rotationssymmetrische Flächen der Bearbeitung zugänglich.

Ein Anwendungsbeispiel für den industriellen Einsatz der Drehspiegeloptik ist die lokale Härtung der Kugelkalotte an Bauteilen aus der Fahrwerkstechnik. Besondere Herausforderung bei der Verfahrensentwicklung war dabei die Forderung nach einer möglichst schalenförmigen und lückenlosen Härtung der gesamten Kugelteilfläche (Abb. 1). Dies gestaltet sich aufgrund der unterschiedlichen Wandstärken im Bereich der Härtezone besonders schwierig. Für die Anwendung der Drehspiegeloptik im industriellen Umfeld wurde eine kompakte Bearbeitungskammer entwickelt. Das System lässt sich aufgrund der kompakten Bauform leicht in vorhandene Fertigungslinien integrieren, auch die Verwendung der Laserhärtestation Stand-Alone mit eigener Steuerung und manueller bzw. automatischer Teilezuführung ist problemlos möglich.

1 Längs- und Querschliff einer lasergehärteten Kugelkalotte



**KONTAKT**

Dipl.-Phys. Marko Seifert  
 Telefon: +49 351 83391-3204  
 marko.seifert@iws.fraunhofer.de

