

Berichte aus dem Institut für Konstruktions- und  
Fertigungstechnik

Band 24

**Mahdi Terzi**

**Entwicklung einer laserunterstützten  
Umformvorrichtung zur Kompensation  
thermischer Größeneffekte beim Halbwarmmikro-  
massivumformen metallischer Werkstücke**

Shaker Verlag  
Aachen 2012

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hamburg, Helmut-Schmidt-Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1231-6

ISSN 1861-5260

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Miniaturisierung des Halbwarmmassivumformverfahrens, wobei das Hauptziel die Entwicklung und Realisierung einer Präzisionshalbwarmmikromassivumformvorrichtung ist. Dieses Ziel wird verfolgt, um die bei einer Skalierung des Halbwarmmassivumformverfahrens auftretenden thermischen Größeneffekte zu kompensieren und das für kleine Werkstücke abgeleitete Verfahren des hybriden laserunterstützten Halbwarmmikromassivumformens zu beherrschen und vorhersagbar zu machen. Zur Erreichung dieses Hauptziels werden zunächst analytische Modelle zur Beschreibung und zur Kompensation thermischer Größeneffekte generiert und mittels FE-Methoden validiert. Aus diesen theoretischen Betrachtungen wird zur Kompensation thermischer Größeneffekte eine Präzisionshalbwarmmikromassivumformvorrichtung zum laserunterstützten Halbwarmmikromassivumformen methodisch entwickelt und konstruiert. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Idee einer kraftübertragenden Kontaktoptik ermöglicht dieses hybride Umformverfahren. Bei diesem Umformverfahren findet während des Umformvorgangs eine Kraftübertragung über einen Saphirstempel sowie die gleichzeitige Werkstückerwärmung mittels Laserstrahlung statt, die durch diesen Saphirstempel transmittiert. Hierbei wird Saphir aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften - wie z.B. die hohe Druckfestigkeit und die hohe Temperaturbeständigkeit - sowie seiner optischen Eigenschaften - wie z.B. die Transparenz in einem großen Wellenlängenbereich - als Stempelwerkstoff verwendet. Zur Abschätzung der Einsetzbarkeit kraftübertragender Kontaktoptiken beim laserunterstützten Halbwarmmikromassivumformen wird das Prozessverhalten durch ausgewählte Experimente und Simulationen untersucht, wobei die Laserleistung und die Werkstückgröße variiert werden. Bei diesen Untersuchungen wird das Halbwarmmikromassivumformen im Hinblick auf eine gute Vergleichbarkeit derart skaliert, dass die Werkstückgrößen im gleichen Maße wie die Werkzeugstrukturen skaliert werden. Mit dem laserunterstützten Halbwarmmikromassivumformverfahren konnten skalierte, zylinderförmige Werkstücke teilweise mit eingepägten, skalierten Werkzeugstrukturen umgeformt werden. Eine Erhöhung der in Werkstücke während des Umformvorgangs eingebrachten Laserleistung zeigt deutliche Verbesserungen der Umformergebnisse und verdeutlicht, dass sich das laserunterstützte Halbwarmmikromassivumformverfahren eignet, thermische Größeneffekte zu kompensieren.