

Automatisierung eines Umform- und Richtverfahrens von Ti-6Al-4V-Blechbauteilen mittels Laser-Peen-Forming

ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung: M. Pohl, S. Chupakhin, F. Zimmermann, T. Scharowsky

Methodischer Hintergrund

Beschreibung der Technologie

- ✓ Kurze (~20 ns) und hochenergetische (bis zu 10 J) Laserpulse mit einer Wiederholungsrate von bis zu 20 Hz
- ✓ Plasmaexplosion zwischen dem Bauteil bzw. der undurchsichtigen Abtragschicht und der durchsichtigen Begrenzungsschicht (s. Abb. 1)
- ✓ Entstehung eines hohen Drucks (~5 GPa) und von Schockwellen mit einer Ausbreitungsrichtung in das Bauteil
- ✓ Entstehung von Materialplastifizierung und Erzeugung von Druckeigenstressungen

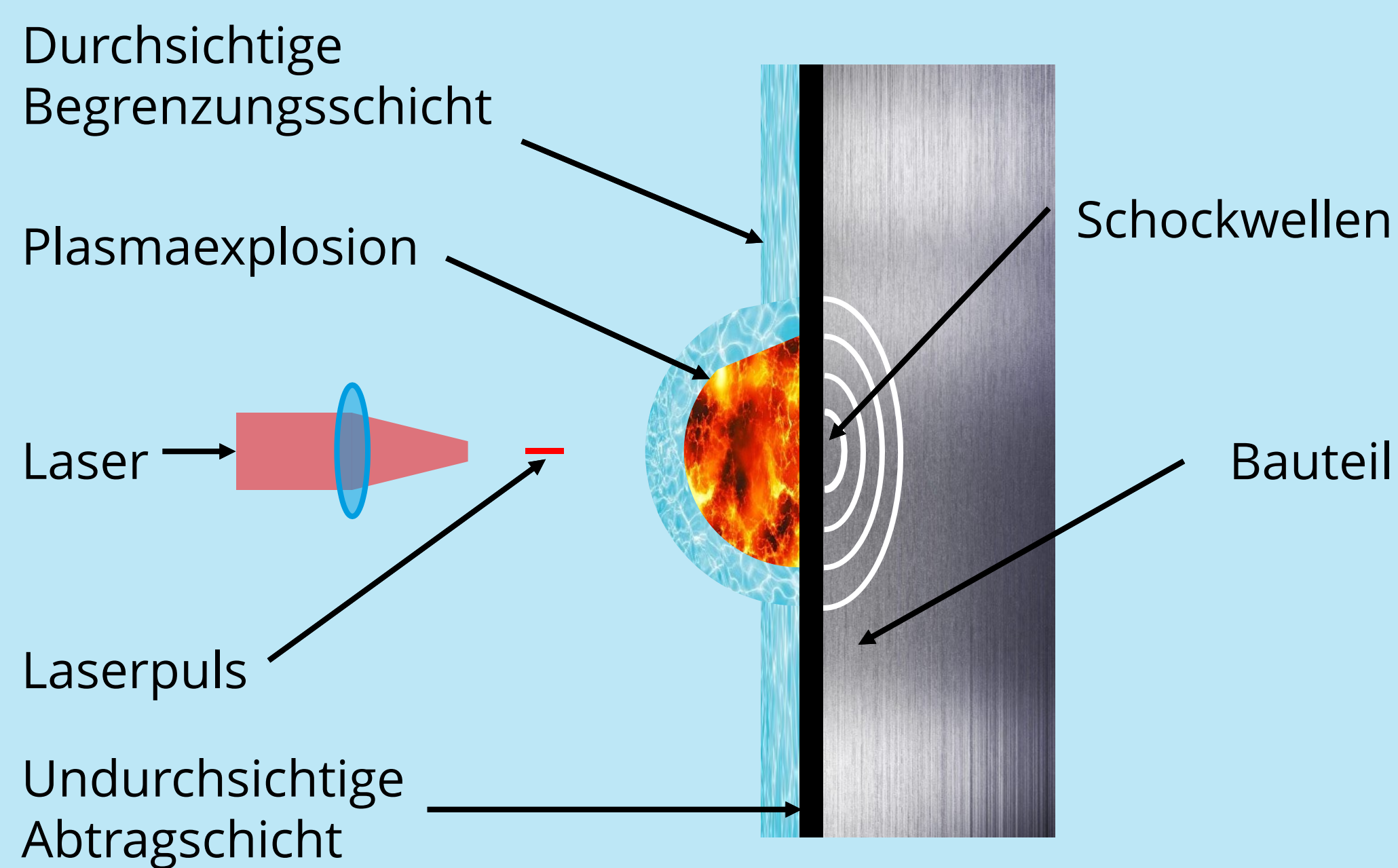


Abb. 1: Prozessskizze der Technologie

Vorhaben im Projekt Peencor

- ✓ Kontaktloses Richten von Ti-6Al-4V-Blechbauteilen mit der Abmessung 170 mm x 110 mm
- ✓ Automatisierter Soll-Ist-Abgleich, bestehend aus CAD-Daten der Sollgeometrie und der 3D-gescannten Ist-Geometrie
- ✓ Vorhersage einzustellender Verfahrensparameter durch eine Künstliche Intelligenz (KI)
- ✓ Optimierung des Richtprozesses in seiner Fertigungsumgebung (s. Abb. 2) mittels einer CAM-Simulation
- ✓ Ablauf des intelligenten, automatisierten Gesamtprozesses in Abb. 3



Abb. 2: Laser-Shock-Peening-Anlage @ ZAL TechCenter

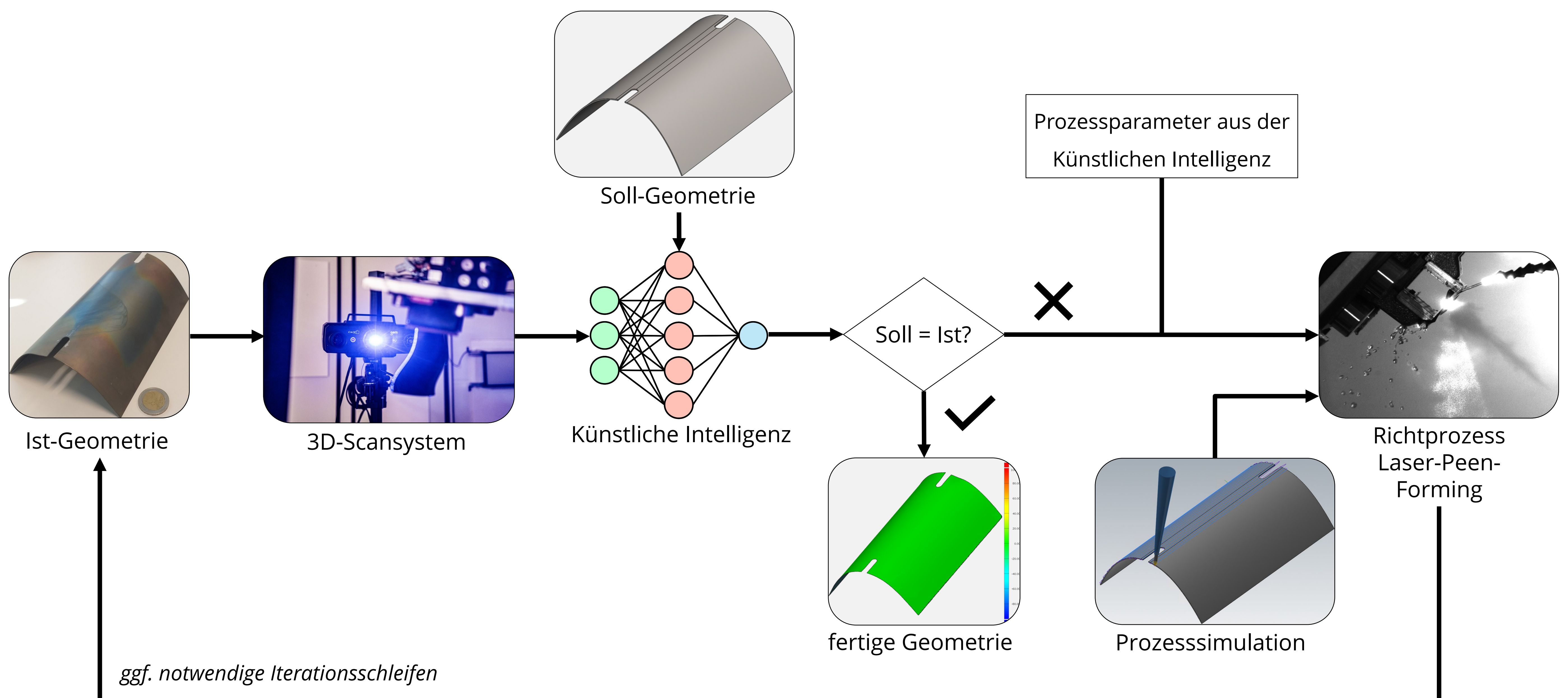


Abb. 3: Ablauf des intelligenten, automatisierten Gesamtprozesses

Zwischenergebnisse

Fortschritte beim maschinellen Lernen der KI

- ✓ Entwicklung und Validierung eines FEM-Simulationsmodells für flache Probengeometrien als Vorstudie
- ✓ Umformergebnisse aus den Simulationen als Datengrundlage für den maschinellen Lernprozess
- ✓ Aufbau einer KI-Architektur an den vorhandenen Simulationsergebnissen:
 - Eingabe geometrischer Umformgrößen
 - Ausgabe von Verfahrensparametern
- ✓ Minimaler absoluter Fehler der KI-Vorhersage von 2,27 %

Automatisierung

- ✓ Erzeugung einer Netzwerkinfrastruktur zur automatischen Steuerung aller Systeme mit einem entwickelten Algorithmus in Python
- ✓ Automatisierung und Integration des 3D-Scansystems in den Gesamtprozess
- ✓ Nachweis der Umformbarkeit der Proben mit dem Richtverfahren

Weiteres Vorgehen

Ausblick

- ✓ Demonstration des Laser-Peen-Forming-Ansatzes an einer komplexen Geometrie
- ✓ KI-Anwendung zur Steuerung des Prozesses
- ✓ Automatisierung, Digitalisierung des gesamten Richtprozesses an der ZAL-Anlage

Potentielle Anwendungsfelder

- ✓ Zeiteffizientes Richten von komplexen Geometrien
- ✓ Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit von Laser-Peen-Forming
- ✓ Erhöhung der Digitalisierung und Automatisierung des Prozesses
- ✓ Direkte Integration in die industrielle Produktionskette

Ansprechpartner

 **ZAL** Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung
Future. Created in Hamburg.

Dipl.-Ing. Michael Pohl
Development Engineer

+49 40 248 595-159
michael.pohl@zal.aero