

## Das Projekt im Überblick

Laserunterstütztes Stanzen und Umformen von hochfesten Blechwerkstoffen in einer Aufspannung (Hybrid-Punch)

**Technologiefeld / Branche:** Maschinenbau, Lasersystemtechnik, laserunterstützte Fertigungstechnologie, blechbearbeitende Industrie, Elektro- / Elektronikindustrie, Automobil- / Automobilzulieferindustrie, Kälte- und Klimatechnik, Anlagen- und Maschinenbau, Luft- und Raumfahrtindustrie

**Laufzeit:** 01.04.2008 bis 31.03.2011

**Projektkosten:** 732.653 Euro

**Förderungssumme:** 585.170 Euro

## Projektpartner Forschung

### Bremer Institut für angewandte Strahltechnik BIAS

(Koordinator)

Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen, Dr. Pretorius

Klagenfurter Straße 2, 28359 Bremen

Tel.: 0421 218-5042, Fax: 0421 218-5063

E-Mail: pretorius@bias.de

www.bias.de

**Projektschwerpunkte:** FEM-Simulationen, Prozessentwicklung

### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher, Dr.-Ing. Christian Wenzel,

Dipl.-Ing. Michael Emonts

Steinbachstraße 17, 52074 Aachen

Tel.: 0241 8904-112, 0241 8904-15, Fax: 0241 8904-6112,

0241 8904-6150

E-Mail: christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de; michael.emonts@ipt.fraunhofer.de

www.ipt.fraunhofer.de

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung der Lasersystemtechnik, der Prozesstechnologie, der Regelungstechnik und der Aktorik- / Sensorik-Integration

## Projektpartner Industrie

### Scheuermann + Heilig GmbH

Dr.-Ing. Wieland Bundschuh

Buchener Straße 29, 74722 Buchen-Hainstadt

Tel.: 06281 907-160, Fax: 06281 907-1292

E-Mail: wieland.bundschuh@sh-gmbh.de

www.sh-gmbh.de

**Branche:** blechbearbeitende Industrie

**Projektschwerpunkte:** Gesamtvermarktung, Pilotanwender

### Dr. Mergenthaler GmbH & Co KG

Dr. Detlev Mergenthaler

Fischergasse 9, 89073 Ulm

Tel.: 0731 159790-40, Fax: 0731 159790-46,

E-Mail: info@ma-info.de

www.ma-info.de

**Branche:** Optoelektronik

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung von Pyrometersystemen und Prozessüberwachungssystemen

### Raylase AG

Alistair Gill

Argelsrieder Feld 2+4, 82234 Wessling / Oberpaffenhofen

Tel.: 0815 38898-0, Fax: 0815 38898-10

E-Mail: A.Gill@raylase.de

www.raylase.de

**Branche:** Lasersystemtechnik

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung von Laserscanersystemen

### MSR Engineering

Heiko Evers

Gut Weilen 8, 28759 Bremen

Tel.: 0421 20113-28, Fax: 0421 20113-828

E-Mail: info@msr-engineering.de

www.msr-engineering.de

**Branche:** Elektrotechnik

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung der Steuerungs- und Regelungshardware

### PMS Optik

Christoph Schuke

Kölner Straße 42, 60327 Frankfurt am Main

Tel.: 069 750016-0, Fax: 069 750016-17

E-Mail: Christoph.Schuke@pms-optik.de

www.pms-optik.de

**Branche:** Optikfertigung

**Projektschwerpunkte:** Entwickler von feinoptischen Komponenten und Systemen

### SCAPS GmbH

Andreas Rönnner

Bahnhofstraße 17, 82041 Deisenhofen

Tel.: 089 452290-10, Fax: 089 452290-29

E-Mail: andreas.roenner@scaps.com

www.scaps.com

**Branche:** Softwareentwicklung

**Projektschwerpunkte:** Entwickler der Scannersteuerungssoftware

### EFFBE GmbH

Wolfgang Spatzig

Hanauer Landstraße 16

63628 Bad Soden-Salmünster

Tel.: 06056 78-0

Fax: 06056 78-57967

E-Mail: wspatzig@de.wocogroup.com

www.effbe.de

**Branche:** Maschinenbau

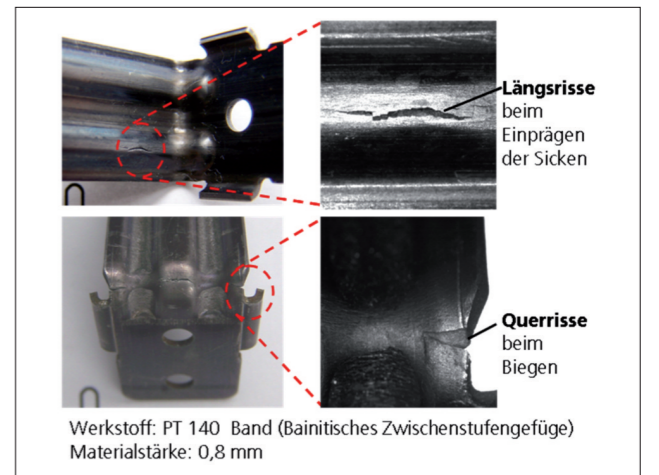
**Projektschwerpunkte:** Entwickler von industriellen Antivibrationssystemen

## Laserunterstütztes Stanzen und Umformen von hochfesten Blechwerkstoffen in einer Aufspannung (Hybrid-Punch)

### Das Projekt

In der blechbearbeitenden Industrie ist derzeit ein Trend zur Verlagerung der Fertigung in Niedriglohnländer zu beobachten. Um die Kernkompetenzen in diesem Bereich dennoch langfristig an den Standort Deutschland binden zu können, ist die Erhaltung der Technologieführerschaft durch die Weiterentwicklung der Fertigungstechnologien und Werkzeugmaschinen eine wichtige Voraussetzung. Aufgrund der wachsenden Einsatzbereiche von Stanzteilen in der Elektro- und Elektronikindustrie, z. B. Schaltschrankverfädelungen und Trafobleche, sowie in der Automobilindustrie, z. B. Stanz-, Biege- und Ziehteile, gewinnt die flexible Blechbearbeitung auf Stanzpressen sowie die Serienfertigung auf Stanzautomaten zunehmend an Bedeutung. Sowohl Innen- und Außenkonturen als auch Umformungen, wie Durchzüge, Näpfe oder Sicken zur Versteifung des Blechs, lassen sich mit Stanzmaschinen und -automaten in einer Aufspannung fertigen. Im Gegenzug stoßen diese Maschinen im Hinblick auf das bearbeitbare Werkstoffspektrum, die Werkzeugstandzeiten und die Bearbeitungsqualitäten an ihre Grenzen. Dies ist vor allem auf das eingeschränkte Fließvermögen von hochfesten Blechwerkstoffen zurückzuführen. Aufgrund der steigenden Qualitätsanforderungen an die Erzeugnisse bei gleichzeitig zunehmender Teilekomplexität sowie aufgrund der steigenden Nachfrage nach hochfesten Blechwerkstoffen besteht aus Sicht der Industrie der dringende Bedarf zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Stanz- und Umformbearbeitung.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer robusten und modularen Laserintegration in vorhandene CNC-Stanzmaschinen und Stanzautomaten, mit der eine Verfahrenskombination von Laserbestrahlung und Stanzprozess (laserunterstütztes Scherschneiden und Umformen) für die hybride Komplettbearbeitung hochfester Blechwerkstoffe in einer Aufspannung realisiert werden kann. Mit der Entwicklung eines flexiblen laserunterstützten Stanzverfahrens wird es als weltweites Alleinstellungsmerkmal zum einen erstmals möglich, Blechwerkstoffe mit eingeschränktem Umformvermögen, z. B. Titanlegierungen, auf herkömmlichen Stanzmaschinen ohne Rissbildung im Werkstück sowie ohne Bruch der Schneid- bzw. Umformwerkzeuge zu bearbeiten.



Werkstoff: PT 140 Band (Bainitisches Zwischenstufengefüge)  
Materialstärke: 0,8 mm

Beispielhafte Problemstellung: Fertigung von Ventilfedern

Zum anderen wird die Produktidee die Leistungsfähigkeit der Komplettbearbeitung schwer schneid- und umformbarer Werkstoffe steigern. In Abhängigkeit der wechselnden Stanz- und Umformgeometrien wird das Werkstück kurzzeitig vor dem Eingriff des Stanz- / Umformwerkzeugs gezielt erwärmt, so dass das Fließvermögen der Blechwerkstoffe im Bereich der plastischen Verformung deutlich erhöht und dadurch Risse vermieden, Prozesskräfte gesenkt und Werkzeugstandzeiten erhöht werden. Im Einzelnen werden folgende Hauptziele verfolgt:

Prozessentwicklung der laserunterstützten Hybrid-Punch-Technologie (Kombination aus laserinduzierter Werkstoffentfestigung und Scherschneiden / Umformen)

- ▶ Vermeidung von Rissbildungen im Werkstück beim Umformen und Scherschneiden hochfester Werkstoffe
- ▶ Erweiterung der Prozessgrenzen zur Fertigung komplexer Stanz- und Biegeteile (kleinere Biegeradien, größere Zieh- / Prägeverhältnisse, 100%-ige Glattschnittanteile, Steigerung der Werkzeugstandzeiten)
- ▶ Prozessentwicklung anhand eines aufzubauenden C-Gestell-Stanzprüfstands am Fraunhofer IPT, eines Laserbestrahlungsprüfstands am BIAS sowie eines aufzurüstenden Stanzautomaten von Scheuermann + Heilig

Entwicklung eines modular integrierbaren Laserwerkzeugs

- ▶ einfache Generierung von flexiblen Laser-Scanfeldgeometrien auf der Werkstückoberfläche für die gezielte lokale Werkstoffwärmerung
- ▶ dezentrales Prozessregelungssystem auf Basis „mitscannender“ pyrometrischer Temperaturmessung
- ▶ modulare mechanische und steuerungstechnische Systemintegration in einen C-Gestell-Stanzprüfstand am Fraunhofer IPT sowie in einen Stanzautomaten von Scheuermann + Heilig

Das zu entwickelnde Hybrid-Punch-Laserwerkzeug soll sowohl in C-Gestell-CNC-Stanzmaschinen für die Kleinserien-

Gefördert durch das



Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Projekträger



Steinplatz 1, 10623 Berlin  
www.vdivde-it.de/innoNet

Kontakt

Tel.: 030 310078-136  
Fax: 030 310078-189  
InnoNet@vdivde-it.de

fertigung als auch für die Großserienfertigung in Stanzautomaten integrierbar sein und mittels einer Galvo-Scanner-Kinematik beliebige Laserbrennfleckgeometrien flexibel auf der Werkstückoberfläche erzeugen können. Damit wird es der blechbearbeitenden Industrie gelingen, ihre technologische Exzellenz auch langfristig zu behaupten und völlig neue Marktpotenziale zu erschließen, indem z. B. miniaturisierte Bauteile mit hoher Festigkeit erstmals im Stanz- und Umformverfahren gefertigt werden können.

Dazu ist zum einen die Entwicklung und der Aufbau eines modularen Laserwerkzeugs notwendig, welches das flexible laserunterstützte Stanzen und Umformen auf herkömmlichen Stanzmaschinen ermöglicht, indem es sowohl in vorhandene Stanzautomaten für die Großserienproduktion, als auch in vorhandene CNC-Stanzpressen für die Mittel- und Kleinserienproduktion mechanisch und steuerungstechnisch über Standardschnittstellen als Erweiterungsmodul integriert werden kann.

Zum anderen erfolgt die Prozessauslegung und -optimierung der laserunterstützten Bearbeitung mit Hilfe eines C-Gestell-Stanzprüfstands am Fraunhofer IPT mit integriertem Hybrid-Punch-Laserbearbeitungskopf sowie eines Laserbestrahlungsprüfstands am BIAS. Mit Hilfe dieses Prüfstands werden in Abhängigkeit der zu bewerkstelligen Stanz- und Umformgeometrien, der eingesetzten Blechwerkstoffe sowie der Laserstrahlparameter die laserinduzierten Temperaturfelder ermittelt und für eine effiziente Entwicklung der laserunterstützten Stanz- und Umformtechnologie anhand des Stanzprüfstands mit integriertem Hybrid-Punch-Laserwerkzeug zur Fertigung von repräsentativen Demonstratorbauteilen am Fraunhofer IPT herangezogen. Hierbei setzt die Umsetzung einer effizienten Prozessentwicklung die Ermittlung der Prozessparameter in Abhängigkeit vom Werkstoff, der Blechdicke dem Prozesstyp (Stanzen / Umformen), der maschinenbedingten Differenzzeit zwischen Laserbestrahlung und Stanz- / Umformprozess und der Geometrie der Stanz- bzw. Umformzone voraus. Dabei muss die verfügbare Maximalleistung des Lasersystems ebenso wie die Bewegungsmöglichkeiten des Scannersystems und Restriktionen durch die Integration in die industriell eingesetzten Stanz- und Umformmaschinen berücksichtigt werden. Werkstoffabhängig ergeben sich unterschiedliche benötigte Temperaturerhöhungen im Bereich der Umformzone, mit der eine lokale Verringerung der Festigkeit erreicht werden kann. Die Prozessparameter für die Laserstrahlerwärmung werden durch FEM-Simulationsrechnungen ermittelt und experimentell verifiziert (FEM – Finite Elemente Methode). Neben der Untersuchung der lokalen Werkstoffentfestigung durch erhöhte Temperatur, können durch lokales Erwärmen der Bauteile mit Laserstrahlung auch Phasenumwandlungen im bestrahlten Bereich ausgelöst werden, deren Auswirkungen auf die Oberflächengüten und Härtegrade untersucht und bewertet werden.

Die grundlegende Entwicklung der Prozesse zur Laserstrahlerwärmung anhand der Versuchsstände im BIAS wird von Simulationsrechnungen begleitet. Dabei werden Werkstoffe und Blechgeometrien verwendet, die den Demonstratorbauteilen von Scheuermann + Heilig entsprechen. Die weitere Prozessauslegung und -optimierung der

laserunterstützten Bearbeitung erfolgt am Stanzprüfstand des Fraunhofer IPT mit integriertem Hybrid-Punch-Laserbearbeitungskopf. Diese Arbeiten werden ebenfalls durch das BIAS von FEM-Simulationen des Prozesses begleitet und unterstützt.

Nach der erfolgreichen System- und Prozessentwicklung mittels der Prüfstände in den Forschungsinstituten erfolgt die Integration der Hybrid-Punch-Technologie in einen vorhandenen Stanzautomaten bei Scheuermann + Heilig und die Verifizierung und Optimierung der Produktentwicklung anhand dieses Demonstrators. Die Prozessparameter können somit bereits auf den industriellen Einsatz abgestimmt werden.

Die System- und Prozesstechnik wird in vorhandene Stanzmaschinen und -automaten als Hybrid-Punch-Upgrade integrierbar sein. Somit müssen vorhandene Stanzmaschinen / -automaten nicht ausgetauscht oder grundlegend verändert werden. Wegen der daraus resultierenden ausgeprägten Transferfähigkeit der zu entwickelnden Basistechnologie wird die im Rahmen des Projekts verfolgte Produktentwicklung auf sämtliche derzeit weit verbreitete Standard-Stanzmaschinen (z. B. Trumpf, Amada, Finnpower) sowie Stanzautomaten (z. B. Bihler, Bruderer, LFT, Hengstebeck + Eich) übertragbar sein, so dass ein sehr breiter Anwenderkreis adressiert wird.

### Die Kooperation

Abgeleitet aus den fachlichen Anforderungen zur Umsetzung des Projektvorhabens hat sich das Konsortium des Forschungsprojekts in dieser Form zum ersten Mal zusammengefunden. Nur durch das Zusammenfügen der erforderlichen Einzeldisziplinen wird das Konsortium befähigt, ein derart komplexes Produkt zu entwickeln. Bisher gab es zwischen den beteiligten Firmen und Forschungseinrichtungen keine bilaterale Zusammenarbeit oder Kooperation innerhalb eines langfristigen Entwicklungsvorhabens.

Das Konsortium strebt eine Zusammenarbeit über das Projektende hinaus an. Es bündelt die für das Projekt relevanten Kernkompetenzen und ergänzt sich in notwendiger Weise, um die innovative Produktentwicklung der Hybrid-Punch-Lasersystem- und Prozesstechnik erfolgreich durchzuführen. Hinsichtlich der Produktion und Vermarktung des Gesamtprodukts sind hardware- und softwareseitig alle notwendigen Systemlieferanten bzw. -entwickler in das Projekt involviert. Weiterhin ist für die Entwicklung des Systems die Scheuermann + Heilig GmbH als Pilotanwender der Hybrid-Punch-Produktentwicklung in der blechbearbeitenden Industrie einbezogen, um die Konformität der industriellen Handlungsbedarfe mit den Projekthaltungen und -zielen zu bestätigen, so dass die Marktnähe des Vorhabens widerspiegelt wird.

Sämtliche erforderlichen Kompetenzen zur Entwicklung des kompakten Laserbearbeitungskopfs mit integrierter Prozesssensorik, integrierten speziell beschichteten Laseroptiken sowie einer aktiven schwingungsentkoppelten Maschinenanbindung sind im Konsortium vorhanden. Darüber hinaus sind Projektpartner für die software- und hardwareseitige

Entwicklung und Integration der Steuerungs- und Regelungstechnik des Hybrid-Punch-Systems mit einbezogen. Die Forschungsinstitute sind neben der Projektkoordination sowohl für die Systementwicklung als auch für die Prozessentwicklung erforderlich.

### Die Perspektiven

Ziel es Projekts ist, ein marktfähiges Produkt zu entwickeln, welches von sämtlichen Unternehmen aus dem Bereich der blechbearbeitenden Industrie direkt nach Projektende genutzt werden kann. Die Entwicklung und der Aufbau des Hybrid-Punch-Systems bietet gerade den einzelnen im Projekt beteiligten Komponentenentwicklern die Möglichkeit, eine eigene Vermarktung ihrer Entwicklungsarbeit schon während des Projekts zu initiieren, um so ihre Produktpalette auszubauen und dadurch den Rückfluss der investierten Gelder zu beschleunigen.

Die Vermarktung des Gesamtsystems erfolgt durch die Firma RAYLASE gemeinsam mit der Firma Scheuermann + Heilig. RAYLASE bringt die technologische Produktkompetenz, internationale Präsenz und gute Kontakte zu den Laserherstellern ein. Scheuermann + Heilig bringt die Anwendungskompetenz aus dem Bereich der Blechbearbeitung und gute Kontakte zu den Herstellern von Umformautomaten ein. Die Bündelung dieser Kompetenzen ermöglicht eine effiziente Vermarktung der Produktentwicklung nach Projektende.

Neben der Gesamtvermarktung wird RAYLASE durch die Vermarktung der Teilkomponente „Scannermodul“, bestehend aus Laserscanner und Steuerkarte profitieren. Scheuermann + Heilig wird als Pilotanwender aus dem Bereich der blechbearbeitenden Industrie direkt von der Hybrid-Punch-Produktentwicklung profitieren, indem durch das Hybrid-Punch-Upgrade die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Stanzautomaten gesteigert werden soll. Durch die angestrebte Erweiterung der Prozessgrenzen beim Umformen und Scherschneiden sowie zur Erweiterung des bearbeitbaren Werkstoffspektrums kann bei erfolgreichem Projektverlauf eine Erweiterung des herstellbaren Produktspektrums resultieren. Während der Projektlaufzeit wird zunächst ein Stanzautomat mit der Hybrid-Punch-Systemtechnik ausgerüstet. In Abhängigkeit der erzielbaren Projektergebnisse wird nach Projektende die Ausrüstung weiterer Maschinen von Scheuermann + Heilig geprüft. Hierzu sind eine Vielzahl weiterer interner Versuche und Analysen notwendig, z. B. Dauerversuche, um eine Robustheit der Systemtechnik nachweisen zu können. Entscheidend für das Ausmaß der Einführung sind darauf folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen. Als Pilotanwender der zu entwickelnden Systemtechnik könnten sich für Scheuermann + Heilig voraussichtlich neue exemplarische Umsatzpotenziale ergeben.

EFFBE wird zum einen durch die Lieferung des Teilsystems „Schwingungsentkopplung“ an den Gesamtvermarkter profitieren. Zum anderen wird EFFBE mit dieser Teilsystementwicklung mehrere Anwendungen aus dem Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus bedienen können. Angestrebte Marktsegmente sind Feinstbearbeitungsmaschi-

nen, Messmaschinen, Geräte- und Anlagenbau Mikroelektronik und allgemeine Anwendungen der Schwingungstechnik. Neben der Erweiterung ihrer Produktpalette wird sich EFFBE über dieses Projekt zusätzliche Expertise im Bereich der aktiven Feder-Dämpfer-Systeme erarbeiten und dadurch ihre Markstellung weiter behaupten können. Die Vermarktung dieser Teilkomponente würde bereits ungefähr nach der Hälfte der Projektlaufzeit beginnen können.

MSR Engineering wird bei der Produktvermarktung durch die Vermarktung ihres Teilsystems „Steuerungshardware“ profitieren, die zur Steuerung und Regelung des Teilsystems „Schwingungsentkopplung“ erforderlich ist. Daher wird MSR Engineering neben der Vermarktung des Hybrid-Punch-Produkts auch an der Vermarktung ihres Teilsystems im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus profitieren.

SCAPS wird als Software-Lieferant von der Vermarktung des Gesamtprodukts profitieren. Darüber hinaus wird die Erstellung von Scanfeld-Geometrien anhand von CAD-Daten auf derzeit verfügbare Scanneranwendungen übertragbar sein, so dass SCAPS unabhängig von der Hybrid-Punch-Produktvermarktung auch durch diese Entwicklungsergebnisse profitieren wird.

PMS Optik wird sowohl von der Vermarktung des Gesamtsystems als auch durch die Einzelvermarktung der speziell beschichteten Optiken profitieren. Zu nennen sind hier sämtliche Anwendungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung, bei denen Laserscanner in Kombination mit Pyrometern zum Einsatz kommen.

Mergenthaler wird ihr neu entwickeltes adaptives Pyrometersystem zusammen mit der entwickelten dezentralen Prozessregelung als Teilsystem an den Gesamtvermarkter liefern. Darüber hinaus besteht Vermarktungspotenzial des Teilsystems für sämtliche Anwendungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung, bei denen Laserscanner in Kombination mit Pyrometern zum Einsatz kommen.

Für die Forschungsinstitute (Fraunhofer IPT und BIAS) stehen die Forschungsergebnisse in Form eines Erkenntnisgewinns und dessen Nutzung in Forschung und Lehre im Vordergrund.

Im Bereich der blechbearbeitenden Industrie kann die Hybrid-Punch-Produktentwicklung insbesondere blechbearbeitende kleine und mittlere Unternehmen, sowohl aus der flexiblen Kleinserienfertigung als auch der Großserienfertigung, dazu befähigen, ihre vorhandenen Produktionssysteme mit dem Hybrid-Punch-System zu erweitern, ohne ihre vorhandenen Stanzmaschinen und -automaten auszutauschen oder grundlegend zu verändern. Mögliche Anwendungsgebiete stellen hierbei die Fertigung von Stanz-Biegeteilen für folgende Industriezweige dar:

- ▶ Elektro- / Elektronikindustrie
- ▶ Automobil- / Automobilzulieferindustrie
- ▶ Kälte- und Klimatechnik
- ▶ Anlagen- und Maschinenbau
- ▶ Luft- und Raumfahrtindustrie