

Projektpartner Industrie

G. A. Röders GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing Gerd Röders
Postfach 14 52, 29604 Soltau
Tel.: 05191 809-19, Fax: 05191 809-16
E-Mail: ddg@roeders.com
www.roeders.com

Branche: Herstellung von Aluminium-Druckguss und Kunststoff-Spritzguss
Projektschwerpunkte: Erstellung von Anforderungsprofilen und Auswahl geeigneter Werkstoffe zum Aufbau gradierter Volumenkörper für hoch belastete Formbereiche, Aufarbeitung und Bereitstellung von CAD-Daten für Modelleinsätze und einer Serienform, Entwicklung einer Endbearbeitungsstrategie für gradierte Volumenkörper, Bereitstellung von Preforms und Endbearbeitung, Feldversuch mit gradiertem Werkzeug

Alu-Druckguss GmbH & Co. Brandenburg KG

Dipl.-Ing. Ulrich Anders
Forstweg 1, 14656 Brieselang
Tel.: 033232 200-122, Fax: 033232 200-99
E-Mail: anders@alu-druckguss.de
www.alu-druckguss.de

Branche: Herstellung von Aluminium-Druckguss
Projektschwerpunkte: Aufarbeitung und Bereitstellung von CAD-Daten, Bereitstellung einer Preform und Feldversuch mit gradiertem Werkzeug

ae light metal casting GmbH & Co KG

Dipl.-Ing. Anton Spatzenegger
Im Unterfeld, 99834 Gerstungen
Tel.: 036922 35-396, Fax: 036922 35-288
E-Mail: anton.spatzenegger@ae-group.de
www.ae-group.de

Branche: Herstellung von Aluminium-Druckguss
Projektschwerpunkte: Erstellung von Anforderungsprofilen und Auswahl geeigneter Werkstoffe zum Aufbau gradierter Volumenkörper für hoch belastete Formbereiche, Aufarbeitung und Bereitstellung von CAD-Daten für Modelleinsätze und einer Serienform, Entwicklung einer Endbearbeitungsstrategie für gradierte Volumenkörper, Bereitstellung einer Preform und Endbearbeitung, Feldversuch mit gradiertem Werkzeug

Mabotic Robotics & Automation

Mathias Hackel
Bonner Straße 4, 51379 Leverkusen
Tel.: 02171 3944591, Fax: 02171 5823632
E-Mail: hackel@mabotic.de
www.mabotic.de

Branche: Dienstleistungen und Entwicklungen im Bereich Sensorik, Offline-Programmierung
Projektschwerpunkte: Test und Anpassung der Sensorik zur Konturerfassung (off-axial), koaxiale Integration der Sensorik zur Konturerfassung

Pallas Oberflächentechnik GmbH & Co.KG

Dr.-Ing. Khudaverdi Karimov
Adenauerstraße 17, 52146 Würselen
Tel.: 02405 4625-0, Fax: 02405 95654
E-Mail: k.karimov@pallaskg.de
www.pallaskg.de

Branche: Lohnfertigung Oberflächentechnik (Laser, Galvanik, PTFE-Beschichtung, Thermisches Spritzen)
Projektschwerpunkte: Anpassung der am ILT ermittelten Verfahrensparameter für das LG, Herstellung von Modell- und Serienwerkzeugeinsätzen

MAGMA Gießereitechnologie GmbH

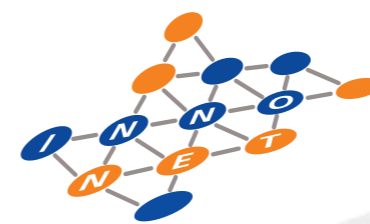
Dr.-Ing. G. Hartmann
Kackertstraße 11, 52072 Aachen
Tel.: 0241 88901-20, Fax: 0241 88901-60
E-Mail: G.Hartmann@magmasoft.de
www.magmasoft.de

Branche: Entwicklung und Verbreitung von Simulations- und Modellierungsmethoden für Gießereien, Simulationsprogrammen, Systemlösungen, Engineering-Service-Konzepten
Projektschwerpunkte: Entwicklung von Modellen zur Vorhersage der Lebensdauer von Druckgießformen aus Gradientenwerkstoffen, Implementierung der Modelle in das Programm MAGMASOFT®, Simulation der thermomechanischen Beanspruchung von Modell- und Serienwerkzeugeinsätzen, Abgleich der Simulation mit den experimentellen Untersuchungen des ifs

Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH

Robert Ganter
Johann-Mauss-Straße 2, 71254 Ditzingen
Tel.: 07156 303-820, Fax: 07156 303-309
E-Mail: robert.ganter@de.trumpf-laser.de
www.trumpf-laser.com

Branche: Produktion und Vertrieb von Lasern und Laserbearbeitungssystemen
Projektschwerpunkte: Anpassung der am ILT ermittelten Verfahrensparameter für das Laserstrahl-Generieren, Herstellung von Modell- und Serienwerkzeugeinsätzen, Anpassung Anlagentechnik an das Laserstrahl-Generieren



InnoNet

F ö r d e r u n g v o n i n n o v a t i v e n N e t z w e r k e n 2 0 6

Erhöhung der Standzeit von Druckgießwerkzeugen durch Gradientenwerkstoffe (INNOGRAD)

Das Projekt

Das Druckgießverfahren hat sich besonders in der Automobilindustrie zu einem Standardverfahren zur Herstellung komplexer, dreidimensionaler Bauteile und multifunktionaler, großflächiger Strukturbauteile aus dem Leichtmetall Aluminium entwickelt. Bei diesem Verfahren wird das flüssige Aluminium unter hohem Druck in eine zweiteilige Form aus Warmarbeitsstählen gepresst. Zur Bauteilentnahme wird die Form geöffnet und anschließend mit einem wassermischbaren Trennstoff für den nächsten Gießzyklus vorbereitet. Bei einem Arbeitstakt im Minutenzyklus treten dabei wechselnde Temperaturen von ca. 670 °C bis 100 °C auf. Wesentliche Vorteile dieses Produktionsverfahrens sind die kurzen Zykluszeiten und die endkonturnahen Abmessungen der gegossenen Bauteile. Die einzuhaltende Fertigungsgüte hängt dabei maßgeblich von der Druckgießform und ihrer späteren Beanspruchung ab. Der auf Grund der hohen thermomechanischen Wechselbelastung zwangsläufig auftretende Formenverschleiß führt zu nicht mehr tolerierbaren Formabweichungen des Gussteils und gießtechnischen Problemen. Zu den häufigsten Versagensursachen von Druckgießformen zählen dabei Brandrisse, Spannungsrisse und Erosionen, die durch die thermomechanische Belastung der Form während des Gießprozesses entstehen (Bild 1).

Diese Schäden führen in der Praxis zu vorzeitigem Ausfällen der Formen und damit zu einer erheblichen Kostensteigerung. Ein wesentlicher Kostenfaktor im ständig wachsenden Markt der Aluminiumdruckguss-Bauteile sind daher die Formbaukosten und Wartungskosten. Bis zu 50% der Wertschöpfung des Arbeitsschrittes Gießen werden für Bau, Reparatur, Wartung und Erneuerung der Druckgussformen aufgewendet. Lange Standzeiten und Standzeiterhöhungen sind daher von großem wirtschaftlichem Interesse.

Um dem internationalen Wettbewerbsdruck wirkungsvoll begegnen zu können, ist die Entwicklung von Druckgießwerkzeugen mit komplexen Anforderungsprofilen und verbesserten Funktionseigenschaften sowie die wirtschaftliche Regenerierung verschlissener Formen eine vorrangige Forderung der deutschen Druckgießindustrie an den Werkzeugbau. Homogene metallische

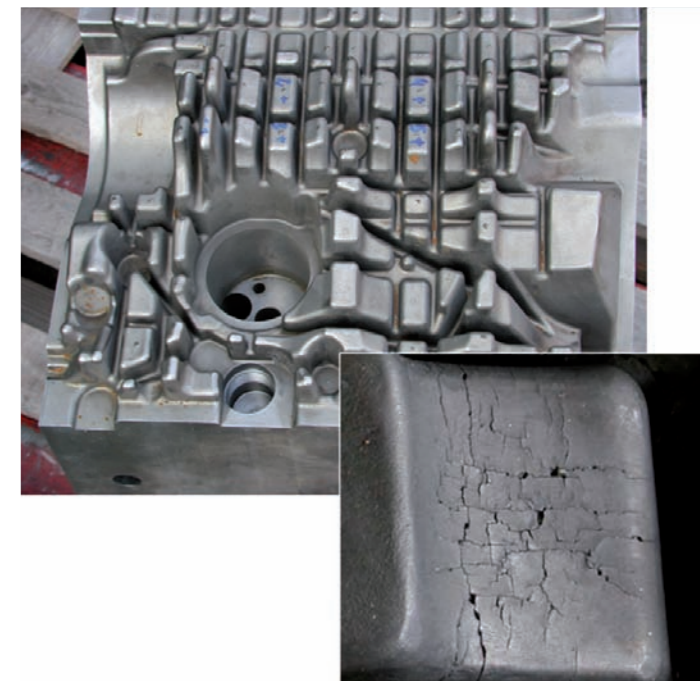


Bild 1: Schädigung einer Druckgießform durch Brandrisse (vorzeitiger Ausfall nach nur 40.000 Abgüssen)

Formwerkstoffe stoßen hier aber häufig an ihre Grenzen, da sich eine hohe Warmfestigkeit und eine hohe Zähigkeit zur Minimierung von Brand- und Spannungsrisse nur bedingt in einem homogenen Werkstoff vereinen lassen.

Vor diesem Hintergrund ist das Gesamtziel des Vorhabens die Erhöhung der Standzeiten von Druckgießwerkzeugen durch funktionsangepasste, metallbasierte Gradientenwerkstoffe.

Die Verwendung von Gradientenwerkstoffen eröffnet die Möglichkeit, neuartige Eigenschaftsprofile durch Kombination verschiedener Werkstoffe einzustellen. Mit dem Laserstrahl-Generieren steht ein Verfahren zur Verfügung, mit dem Formkörper durch die gezielte Mischung unterschiedlicher Werkstoffpulver hergestellt werden können. Das Laserstrahl-Generieren (LG) ist ein Near-Net-Shape-Verfahren, bei dem das Bauteil in einem Schweißprozess schichtweise aufgebaut wird. Das Verfahren ermöglicht die Herstellung individueller Bauteile, kurze Herstellzeiten, rasche Designänderungen, sowie die Verwendung verschiedener Werkstoffe in einem Bauteil. Gerade letzteres ermöglicht die Herstellung multifunktionaler Bauteile aus verschiedenen Werkstoffen, die stoffschlüssig miteinander verbunden sind, und als Nebeneffekt auch eine funktionsangepasste Reparatur von Gießformen durch das lokale Aufbringen von Gradientenschichten.

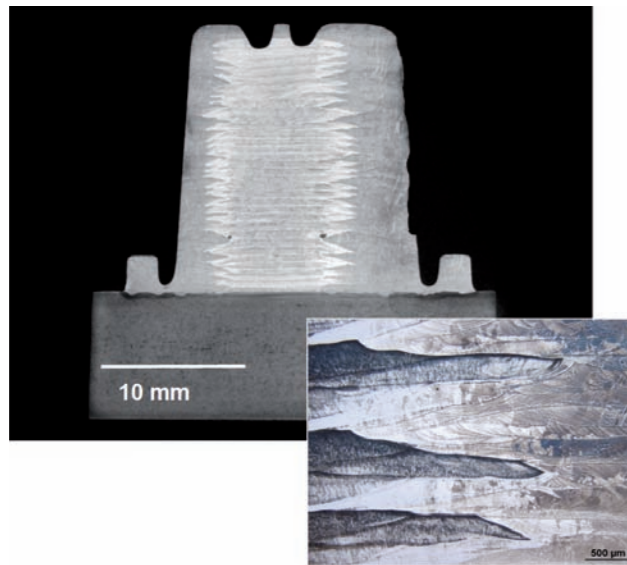


Bild 2: Vorstudie: Querschliff eines Gradientenwerkstoffs aus einem ferritischen und einem austenitischen Werkstoff

Die Kooperation

Die Verbundpartner bilden ein Netzwerk, um die komplexen Aufgabenstellungen zu lösen und die Grundlagen für eine neue Generation von Druckgießwerkzeugen zu schaffen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf den Gebieten Werkstofftechnik und Simulation, Laserprozess- und Lasersystemtechnik sowie Werkzeugbau und Sensorik ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg des Vorhabens. Durch das Mitwirken der Endanwender werden die industrielle Ausrichtung der Arbeiten und eine zeitnahe Umsetzung der Projektergebnisse sichergestellt.

Das Projekt gliedert sich in vier Phasen, die in Bild 3 dargestellt sind. Im Rahmen der Forschungsarbeiten werden die beteiligten Projektpartner folgende Schwerpunkte bearbeiten.

Die Gießereien alu-Druckguss, ae group und Röders sind Endanwender, wobei die letzten beiden außerdem einen eigenen Werkzeugbau besitzen. Sie werden in der ersten Projektphase ihre Erfahrungen zur Auslegung von Formen in Abhängigkeit der Belastungen einbringen, um Anforderungsprofile für Gradientenwerkstoffe zu erstellen. Ein weiterer Schwerpunkt im Rahmen der Kooperation wird der Belastungstest unter Produktionsbedingungen in der Phase 4 sein. Hier werden von allen drei Gießereien Serienformen zur lokalen Optimierung der Belastungseigenschaften durch den Aufbau von Gradientenwerkstoffen zur Verfügung gestellt. Die Projektergebnisse sollen zeitnah in den Formenbau einfließen.

Das Unternehmen Pallas ist ein Dienstleistungsunternehmen der Oberflächentechnik. Neben der technischen und dekorativen Oberflächengestaltung ist eine weitere Kernkompetenz das Laserstrahl- und Plasma-Auftragschweißen für den Verschleißschutz und für Reparaturen. Aufgabe der Firma Pallas im Projekt ist die Übertragung der Laborergebnisse in die Praxis eines Lohnbeschichters.

Die Firma Trumpf ist ein renommierter Hersteller von Laseranlagen zum Schneiden, Schweißen und Auftrag-schweißen. Die Herstellung gradiert Bauteile soll dort auf hauseigenen Anlagen umgesetzt werden und die Erfahrungen in die Konzeption neuer Anlagen einfließen.

Die Firma Mabotic ist ein Anbieter von Modulen für die optische Digitalisierung. Die vorhandene Hard- und Software soll an eine Konturerfassung während des Prozesses angepasst und Software-Lösungen für einen Regelprozess sollen ermittelt werden.

Die MAGMA Gießereitechnologie GmbH entwickelt und vertreibt Simulationsprogramme zur Berechnung von strömungs-, wärme- und spannungstechnischen Vorgängen bei metallischen Werkstoffen. Die Entwicklung der Software zur Lebensdauerberechnung im Rahmen des Projektes geschieht im Konsens mit der permanenten Weiterentwicklung der Software der MAGMASOFT®-Programmfamilie und wird außerdem das Engineeringportfolio erweitern.



Bild 3: Projektstruktur und Konsortium

Am Fraunhofer ILT wird die Verfahrenstechnik des Laserstrahl-Generierens weiter entwickelt und auf die Herstellung gradiert Bauteile erweitert. Für die metallkundlichen Untersuchungen, die Gießversuche und die Praxistests werden ausgewählte Formkörper bzw. Werkzeugeinsätze aus gradierten Werkstoffen hergestellt.

Das ifs der TU Braunschweig ist für die metallkundlich-technologische Beschreibung und Simulationsberechnung der Gradientenwerkstoffe verantwortlich. Dies beginnt bei der Auswahl geeigneter Werkstoffkombinationen, über die experimentelle Erfassung temperaturabhängiger

Wöhlerkennlinien bis zu eigenen Gießversuchen und der Erfassung der Schadensbildung bei den Serienversuchen. Die hier gewonnenen grundlegenden Kenntnisse zum temperaturabhängigen Verhalten von Mischverbindungen werden Basis für weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte sein.

Die Perspektiven

Durch die Zusammenarbeit im Rahmen des Forschungsvorhabens entstehen für die Partner neue Produkte (Werkstoffe, Prozesskontrolle, Simulationssoftware) sowie neue Erkenntnisse über die Verfahrenstechnik des Laserstrahl-Generierens. Dadurch erschließen sich auch neue Marktsegmente. Im Einzelnen sind für die Projektpartner folgende Komponenten und Verfahrenstechniken für die Verwertung aussichtsreich.

Die Wirtschaftlichkeit des Druckgießverfahrens steht in direkter Korrelation zu den Standzeiten der benötigten Formen. Durch den Einsatz von Gradientenwerkstoffen und die dadurch zu erwartenden höheren Standzeiten in Verbindung mit besseren Oberflächenqualitäten der Endprodukte können die Druckgießfirmen ae-group, Röders und alu-Druckguss die Wertschöpfungskette bei der Herstellung ihrer Bauteile erweitern und damit die erzielbaren Gewinne erhöhen. Der erfolgreiche Einsatz von Gradientenwerkstoffen zur Minimierung der Verschleißerscheinungen und auch als optimierter Aufbau im Rahmen von Reparaturen der Druckgussformen weist ebenfalls ein hohes wirtschaftliches Potenzial auf.

Die Firma Pallas kann mit den Ergebnissen des Projektes ihr Angebot im Bereich Lasermaterialbearbeitung erweitern und damit neue Kunden gewinnen. Außerdem steht die Technologie damit auch kleinen Druckgießfirmen und Werkzeugherstellern zur Verfügung, für die die Anschaffung einer eigenen Anlage zum Laserstrahl-Generieren nicht wirtschaftlich ist. Weiterhin können die Ergebnisse auch für die Reparatur ähnlich hoch beanspruchter Bauteile wie z. B. Schmiedewerkzeuge genutzt werden.

Die Firma Trumpf kann das gewonnene Know-how für die Anpassung der Anlagentechnik an die Herstellung von gradierten Bauteilen nutzen und den Kundenkreis für ihre Anlagen zum Laserstrahl-Auftragschweißen erweitern.

Die Firma Mabotic erweitert das Anwendungsfeld ihrer optischen Digitalisierung auf den Bereich der Prozesskontrolle, hierzu zählen sowohl technische Lösungen für die Messwertaufnahme als auch die Entwicklung von Software zur Auswertung der Messdaten und der Ausgabe von Stellgrößen für die Regelung. Die Ausrichtung von Mabotic auf kundenspezifische Lösungen ermöglicht eine flexible Anpassung des Moduls an Anforderungen aus allen Bereichen des Laserstrahl-Auftragschweißens.

Seit 1989 liefert MAGMA Simulationssoftware zur Optimierung von Gussteilen und gießtechnischen Prozessen an Gießereien, Gussteilabnehmer, Werkzeug- und Modellbauer. Durch die im Forschungsvorhaben geplante Entwicklung einer Simulation zur Lebensdauer vorhersage,

wird das Anwendungsspektrum der gießtechnischen Simulation erweitert.

Das ifs der TU Braunschweig und das Fraunhofer ILT werden die Ergebnisse nutzen, um weitere Applikationen zu erschließen. Funktionsangepasste Gradientenwerkstoffe können zum Beispiel für hoch belastete Komponenten der Antriebstechnik, der Energietechnik oder der Schmelztechnik eingesetzt werden. Die erarbeiteten metallkundlich-technologischen Grundlagen der Mischverbindungen können in weiten Bereichen der Schweißtechnik genutzt werden.

Das Projekt im Überblick

Erhöhung der Standzeit von Druckgießwerkzeugen durch Gradientenwerkstoffe (INNOGRAD)

Technologiefeld / Branche:

Druckgießverfahren, Werkzeugtechnik, Lasertechnologie, Werkstofftechnologie

Laufzeit: 01.01.2008 bis 31.12.2010

Projektkosten: 966.400 Euro

Förderungssumme: 730.707 Euro

Projektpartner Forschung

Institut für Füge und Schweißtechnik (ifs) der TU Braunschweig

(Koordinator)

Dr.-Ing. Helge Pries

Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig

Tel.: 0531 391-7828, Fax: 0531 391-5834

E-Mail: h.pries@tu-bs.de

www.tu-bs.de

Projektschwerpunkte: Projektkoordination, Erstellung von Anforderungsprofilen und Auswahl geeigneter Werkstoffe zum Aufbaugradiert Volumenkörper für hoch belastete Formbereiche, Simulation der thermo-mechanischen Beanspruchung von Gradientenwerkstoffen, experimentelle Ermittlung der belastungsabhängigen Werkstoffkennwerte, Gießversuche auf institutseigener Anlage mit Modellwerkzeugen, Entwicklung einer Endbearbeitungsstrategie für gradierte Volumenkörper, zerstörungsfreie und zerstörende Untersuchungen der Serienformen im Feldversuch

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT)

Dr.-Ing. Andreas Weisheit

Steinbachstraße 15, 52074 Aachen

Tel.: 0241 8906-403, Fax: 0241 8906-121

E-Mail: andreas.weisheit@ilt.fraunhofer.de

www.ilt.fraunhofer.de

Projektschwerpunkte: Anpassung Verfahrensparameter des LG für gradierte Werkstoffe, Erarbeitung von Aufbaustrategien für Gradientenwerkstoffe und 3D-Bauteile, Anpassung der optischen Prozessüberwachung CPC, Offline-Programmierung zur Herstellung von Werkzeugeinsätzen, Herstellung von Modell- und Serienwerkzeugeinsätzen