

Laser welding of aluminium alloys with fitted energy distribution - LaFit

Projektskizze Verbundprojekt

Attendorf

08.02.2021

0002867



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Inhalt - Leitfragen

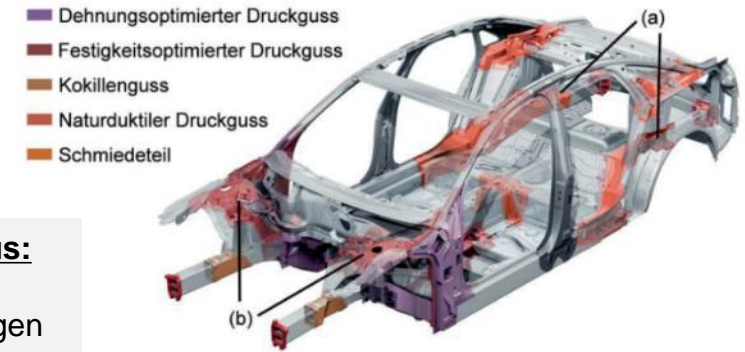
- ▶ **Laserstrahlschweißen von Al-Druckguss / Knetlegierungen in Realbauteil-Demonstratoren etablieren**
- ▶ **Nachweise der Leistungsfähigkeit von innovativer Systemtechnik**
- ▶ **Kennwerte für erreichbare Verbindungsqualität und –beanspruchbarkeit ermitteln**
- ▶ **Technische Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit abschätzen**

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Motivation

Ausgangssituation

- Naturharte Al-Mg-Legierung bzw. Al-Druckguss sind schwer laserschweißbar
- Porenbildung und Schmelzbadauswürfe beeinträchtigen Nahtqualität, Umformbarkeit und Belastbarkeit
- Das wirtschaftliche Potenzial des Laserstrahlschweißens ist in Bereichen der Zulieferindustrie für die Verarbeitung von Al-Druckguss bisher nicht nutzbar
- Zunehmende Anzahl komplexer Al-Druckgussgehäuse mit hohen technischen Anforderungen z.B. dicht gefügte Gehäuse-Deckel-Verbindungen (Stichwort: E-Mobility) und z.B. komplexe Strukturbauteile
- Bedarf an wirtschaftlichen Serienprozessen für schwerschweißbare Legierungen steigt



Strukturbauteile aus:

- naturharten Al-Mg-Legierungen (5754, 5087)
- Al-Druckguss

Gehäuse (Al-Druckguss / Al-Strangpressprofil)



Quelle: Audi

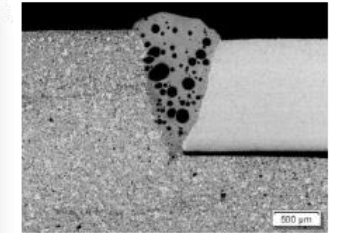
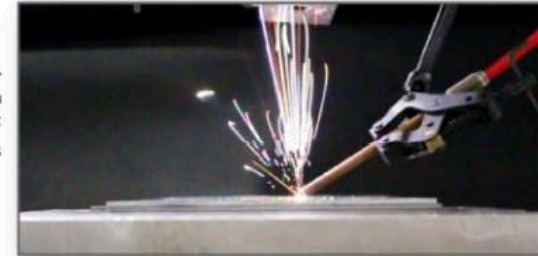
Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Motivation

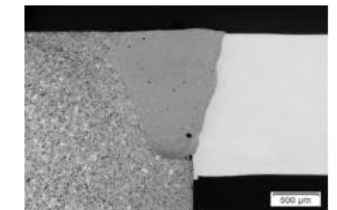
Motivation für Zulieferer und Systemhersteller

- Deutliche Erweiterung der Anwendungsgrenzen für Aluminiumlegierungen durch Aufzeigen der Wirksamkeit eines speziell modulierten Laserstrahlschweißprozesses zur Verbesserung der Verbindungseigenschaften.
- Auswahl von praxisrelevanten Bauteilen für die Anpassung des Schweißprozesses und Analyse der Nahtqualität.
- Die Belastbarkeit der Verbindungen soll dann anhand von Untersuchungen zur statischen Festigkeit, Umformbarkeit, ggf. Crashbelastbarkeit und medialer Beständigkeit nachgewiesen werden.
- Erweiterung des Anwendungsspektrums von neuartigen Optiksyste men für Automotive - Anwendungen und darüber hinaus.
- Eröffnung neuer Marktsegmente für leistungsfähige Spezialoptiken zur hochfrequenten Strahloszillation.

Laserstrahlschweißen von AL-Druckguss: Standard-Prozess



Laserstrahlschweißen von AL-Druckguss: HF-Strahloszillation



Studie: PI-Modulation

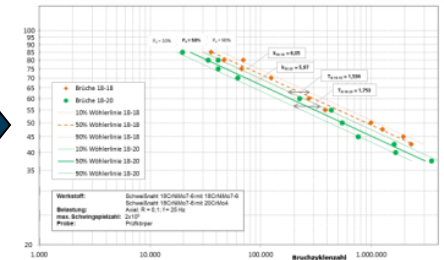
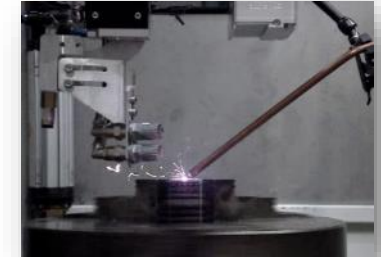
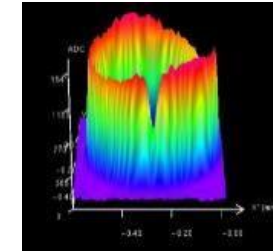
Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Zielsetzung und Nutzen

Ziel des Projektes: Nachweis der Wirksamkeit HF - modellierten Laserstrahlschweißens von Al - Legierungen

Nutzen und Ergebnis

- Auswahl eines geeigneten Demonstratorbauteils aus dem Expertenkreis (Wandstärke definieren)
- Entwicklung des HF - Laserstrahlschweißprozesses (*remoweld*® FLEX) an einer charakteristischen Halbzeugverbindungen mit Blick auf Demonstratoranwendung
- Studie zur Anwendbarkeit alternativer Systemtechnik (Piezo-Strahlmodulation)
- Darstellung der Belastbarkeit der Schweißverbindung anhand geeigneter Prüfverfahren (Verbindungsfestigkeit, Ermüdungsfestigkeit, Mediendichtheit ...)
- Darstellung der Wirksamkeit und des Leistungspotenzials für das modellierte HF-Laserstrahlschweißen und Anwendung der Ergebnisse auf einen gemeinsamen Demonstrator
 - Regelmäßige Diskussionen und Austausch im Expertenkreis
 - Gemeinsame Gestaltung von ausgewählten Projektinhalten
 - *Optional: Konstruktion und Herstellung eines Demonstrators*



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan 1/2

Nr.	Arbeitspaket	Firmen		Monate																									
		acs	IWS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
		1	Analyse Stand der Technik	u	v	zeitnah Termin für Auswahl und Festlegung Demonstrators vereinbaren																							
1.1	Verfahren zum LBW von Al - Halbzeugen und Druckguss und vergleichend Prozessbewertung	u	v	█	█																								
1.2	Überblick Anwendungsbeispiele	v	u			█																							
2	Auswahl Demonstrator	u	v				█	█	█																				
2.1	Identifikation der unterschiedlichen Schweißnahtgeometrien	u	v				█																						
2.2	Analyse und Entwicklung laserschweißgerechter Fügegeometrien	u	v				█	█																					
2.3	Festlegung Wandstärken, Legierungen, Referenzbauteil	v	u				█																						
2.4	Beschaffung Material und Demonstratoren	v	u				█	█	█																				
3	Schweißprozess und Verbindungseigenschaften	u	v						█	█	█	█	█																
3.1	Prozessentwicklung Hochfrequenz LBW (Galvo-Scanner)	u	v						█	█	█																		
3.2	Studie zu Piezo-Strahlmodulation	u	v							█	█																		
3.3	Herstellung und Prüfung von Zugproben	v	u								█	█																	
3.4	NDT-Analysen Laborproben (RIO)	v	u									█																	

Meilenstein 1 – Prozessentwicklung abgeschlossen

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan 2/2

Nr.	Arbeitspaket	Firmen		Monate																								
		acs	IWS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		4	Übertragung auf Demonstratoren (1)	u	v																							
4.1	Aufbau Set-up für Demonstrator-Herstellung incl. Spanntechnik	u	v																									
4.2	Übertragung Fertigungsprozess auf Baugruppe und Prüfteilschweißungen	u	v																									
5	Analyse mechanische Belastbarkeit, statisch	v	u																									
5.1	Konstruktion und Fertigung Adaptionen	v	u																									
5.2	Einrichten der Versuchsanlage und Peripherie	v	u																									
5.3	Prüfung der mechanischen Eigenschaften statisch (UPM); Analyse Messergebnisse	v	u																									
5.4	NDT-Analyse Schweißnähte (RIO)	v	u																									
5.5	Bewertung statischen Festigkeit und Nahtqualität sowie Ableitung Prozessgrenzen	u	v																									
6	Analyse mechanische Belastbarkeit, dynamisch	v	u																									
6.1	Konstruktion und Fertigung Adaptionen	v	u																									
6.1	Einrichten der Versuchsanlage und Peripherie	v	u																									
6.2	Prüfung der mechanischen Eigenschaften dynamisch (Shaker), Analyse Messergebnisse	v	u																									
7	Datenaufbereitung & Abschlussbericht	v	u																									
7.1	Datenaufbereitung Prozesse	u	v																									
7.2	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	v	u																									
7.3	Abschlussbericht + Meeting	v	u																									

Meilenstein 2 – geschweißter und geprüfter Demonstrator / Projektabschluss

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP1: Analyse Stand der Technik

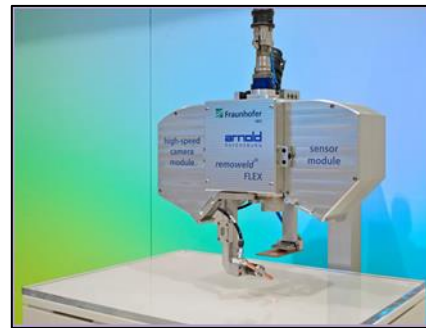
Schritt 1: Recherche zu Schweißverfahren von Al-Halbzeugen und Druckguss (z.B. Strangpressprofilen, Blech, Druckgussgehäuse)

Schritt 2: Verdichtung der Informationen zur vergleichenden Prozessbewertung bezüglich technischer Machbarkeit, Schweißnahtqualität, Umformbarkeit, Material

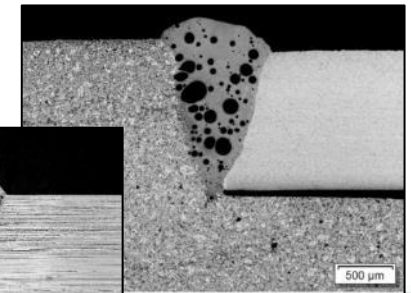
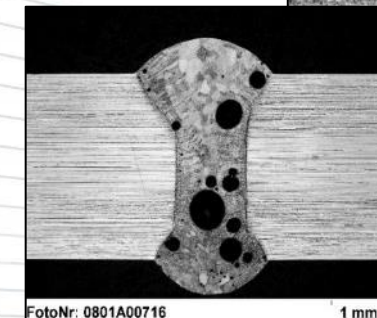
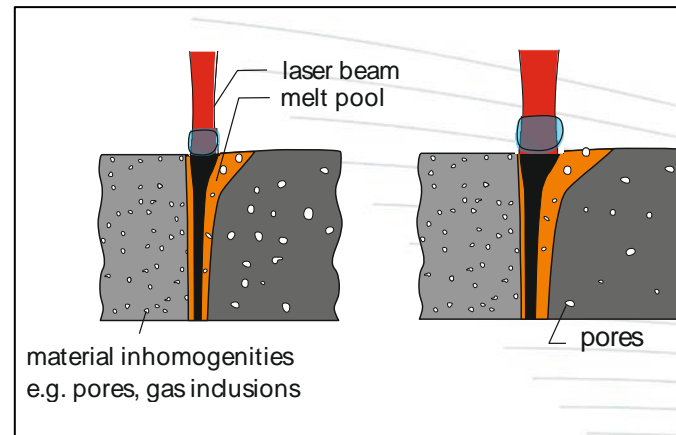
Schritt 3: Ermittlung charakteristischer Anwendungsbeispiele, die das Ziel des Projektes informativ zusammenfassen und das Potenzial des modellierten Laserstrahlschweißens exemplarisch aufzeigen

Task:

- Verfahrensbenchmark ermitteln, potenzielle Anwendungen aufzeigen
- Festlegung Bewertungskriterien für Prozess & Eigenschaften



Studie: Tip-Tilt-Piezo-Module (BSP.)



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP2: Auswahl Demonstrator

Die Schweißnahtgeometrie (I - Stoß, ggf. Kehlnaht) wird aus der Konstruktion vorgegeben. Es sollen entweder:

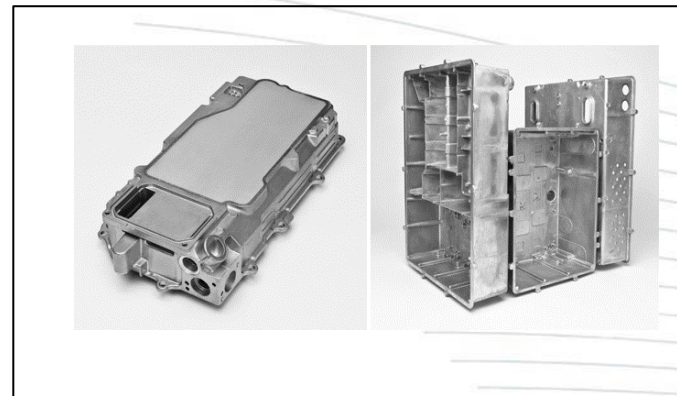
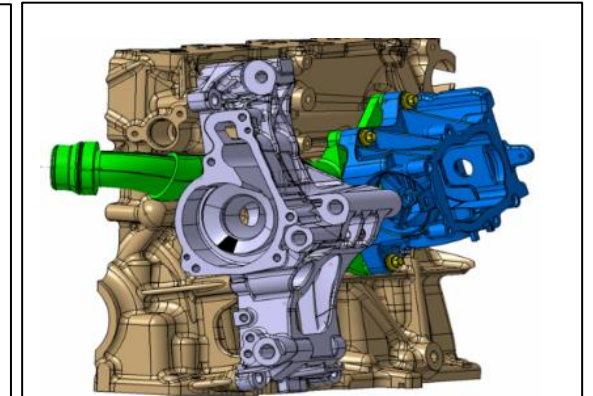
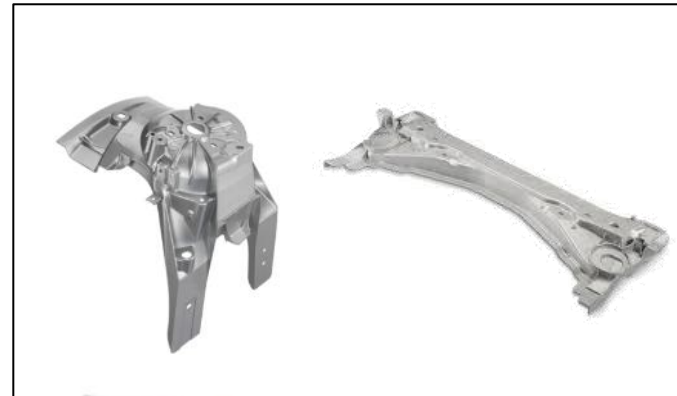
- Gehäuse - Deckel Kombinationen oder
- strukturnahe Bauteile untersucht werden.

Im Benchmark werden diese Bauteile heute unter Verwendung einer teuren Dichtung geschraubt, durch einen langwierigen, kostenintensiven Prozess geklebt oder mit Verfahren mit hohem Energieeintrag geschweißt.

Es werden verstärkt prozesstechnische Lösungen analysiert und eine Prozess - Strategie abgeleitet.

Task:

- Auswahl Demonstrator (Legierung, Wandstärke)
- Ableitung Prozessstrategie (Fügestellendesign, Lösungsansatz)



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP3: Schweißprozess

Im AP3 werden modellierte Laserstrahlschweißprozesse mit:

- **Galvanometrisch angetriebener Hochfrequenz-Scanners**
- Piezo-getriebenen Tip-Tilt-Systems (Studie)

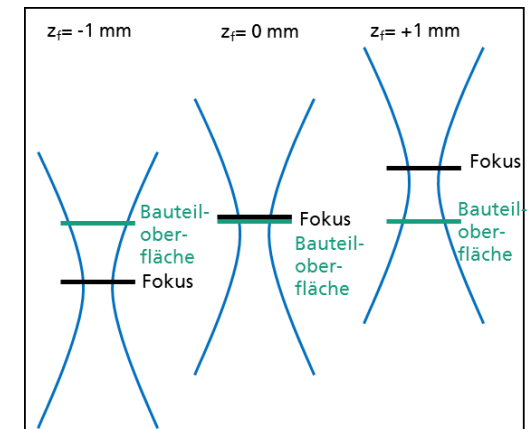
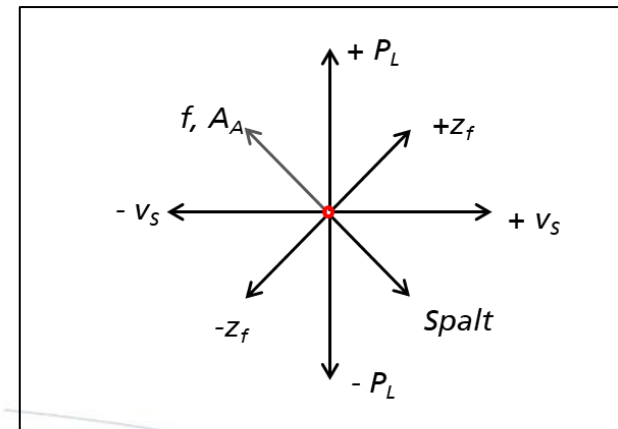
entwickelt und untersucht.

An Halbzeugen werden die Prozesslösungen erarbeitet und mit automobiltypischen Spezifikationen abgeglichen.

Daraus wird abgeleitet, welche Komponenten durch oszilliertes LBW herstellbar sind und wo die Leistungsgrenzen liegen.

Task:

- Prozessentwicklung, Erprobung potenzieller Verfahrensansätze (Festlegung techn. Grenzen)
- Ableitung von Prozess-Empfehlungen (Hardware, Parameter)



Quelle: freepik



Quelle: monnik

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP4: Übertragung auf Demonstrator

Mit Hilfe des zu Projektbeginn festgelegten Demonstrators (entweder mit einer Wandstärke < 2 mm oder einer Wandstärke > 2 mm) werden erste prozesstechnische Aussagen zur Anwendbarkeit abgeleitet.

Aussagen zur Übertragbarkeit und zum perspektivischen Einsatz der entwickelten Schweißtechnologie auf die Serienanwendung werden vorgenommen.

Es wird auf einen charakteristischen Demonstrator aus dem Expertenkreis fokussiert.

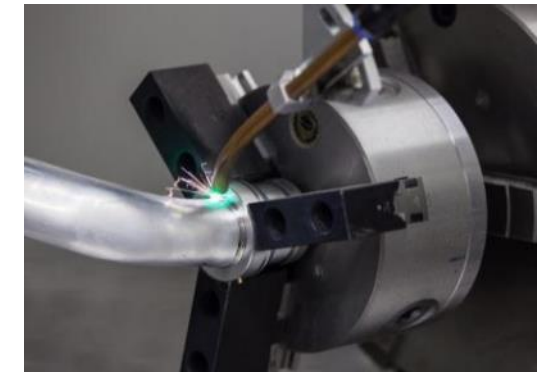
Task:

- Prozessübertragung auf typischen Demonstrator
- Empfehlungen für Serienanwendungen



Quelle: Capristo

Bauteile: < 2 mm Wandstärke
Schwerpunkt: Ablösung Schraubverbindungen

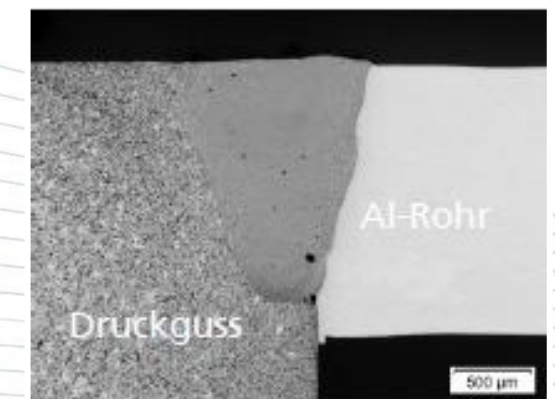


Quelle: IWS / Finow



Bauteile: > 2 mm Wandstärke
Studie an Strukturbauteilen

Quelle: Audi



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP5: Statische Prüfungen zur Ermittlung mechanischer Kennwerte

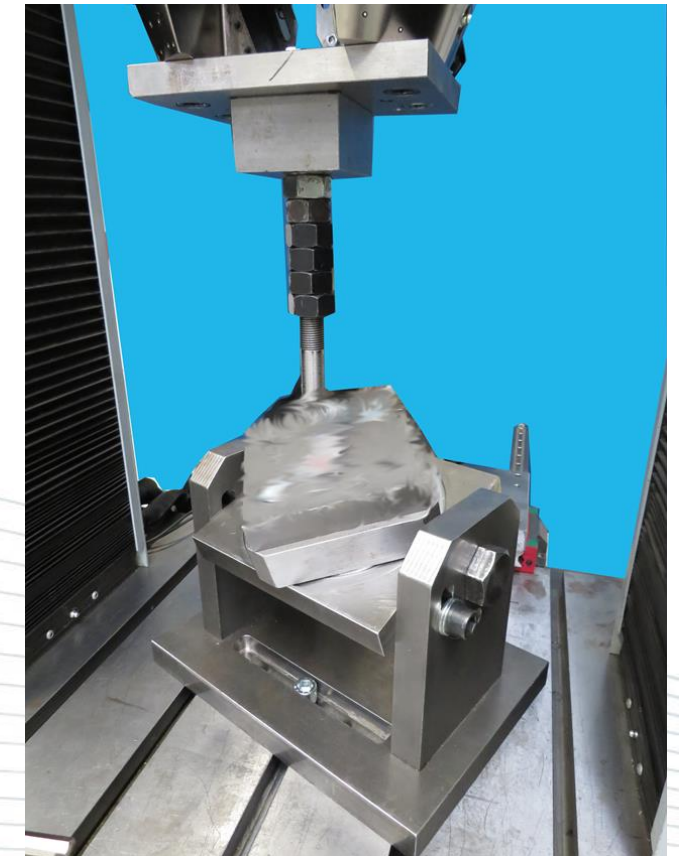
Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit statischen Prüfungen zur Ermittlung der mechanischen Kennwerte.

Um möglichst allgemeingültige Aussagen treffen zu können werden standardisierte Proben hergestellt, geprüft und bewertet.

Bei der Bewertung der Versuchsergebnisse werden allgemeine gültige Prüf- und Dokumentationsrichtlinien angewandt.

Task:

- Ermittlung mechanische Kennwerte
- Statische Untersuchungen an standardisierten Proben



Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP6: Analyse der mechanische Belastbarkeit - zyklisch / dynamisch

Im Anschluss werden dynamische bzw. zyklische Prüfungen durchgeführt, um Aussagen über die mechanische Belastbarkeit und bauteilspezifisch über die Betriebsfestigkeit (z.B. Fahrwerkskomponenten), sofern technisch sinnvoll und vom Expertenkreis gewünscht, treffen zu können.

Im Hinblick auf möglichst allgemeingültige Aussagen werden standardisierte Proben hergestellt, geprüft und bewertet, z.B. in Anlehnung nach VW Standard VW 80200-2.

Bei der Bewertung der Versuchsergebnisse werden allgemeine gültige Prüf- und Dokumentationsrichtlinien angewandt.



Task:

- Bewertung mechanische Belastbarkeit
- Dynamische bzw. zyklische Prüfungen an standardisierten Proben

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Arbeitsplan

AP7: Datenaufbereitung und Abschlussbericht

Der abschließende Projektabschnitt beschäftigt sich mit der informativen Datenaufbereitung um dem potenziellen Anwender eine Entscheidungsgrundlage für den Prozess, grundlegende Eigenschaften und das wirtschaftliche Potenzial zu geben.

Die *intensive Abstimmung mit dem Expertenkreis ist hier gewünscht*, um das Entwicklungsergebnis zu bewerten und produktübergreifende Aussagen tätigen zu können.

Stichwort: Benchmark mit vorhandenem Bauteil



Quelle: monkik



Quelle: freepik



Quelle: wanicon

Task:

- Datenaufbereitung
- Wirtschaftliches Potential
- Abschlussbericht

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Diskussion / Zeitplan / Termin / Zugänge

ToDo's

- Werkstoffauswahl
- Demonstrator
- Zeitplan
- Termine
- Zugänge

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen

Erwartetes Ergebnis (in Abhängigkeit der teilnehmenden Firmen)

▶ **Projektabschluss in Form einer Präsentation**

- **Darstellung der Leistungsfähigkeit LBW Prozess Al - Knet- bzw. Gusslegierungen**
- **Bereitstellung von mechanischen Kenndaten der Verbindungsfestigkeit**

▶ **Darstellung der Ergebnisse an kundenspezifischen Musterteilen (max. 2 Demonstratoren)**

▶ **Darstellung erforderlicher Systemtechnik (Strahlquelle, Optik, Zubehör)**

▶ **Wirtschaftlichkeitsdaten Prozess (Basisdaten aus Expertenkreis)**

VIELEN DANK.

SPRECHEN SIE UNS AN.



Dipl.-Ing. Andreas Gusenko

Leiter Fügetechnik

T +49 2722 9784-512

E a.gusenko@acs-innovations.de



M. Sc. Kira Mitterfellner

Entwicklungsingenieurin Fügetechnik

T +49 2722 9784-521

E k.mitterfellner@acs-innovations.de



Christoph Stötzel

Leiter Umformtechnik und Technikum

T +49 2722 9784-518

E c.stoetzel@acs-innovations.de



Dr.-Ing. Stefan Kurtenbach

Leiter Prozess- u. Technologieentwicklung

T +49 2722 9784-543

E s.kurtenbach@acs-innovations.de



Dr.-Ing. Dirk Dittrich

Gruppenleiter Laserstrahlschweißen

Fraunhofer IWS Dresden

T +49 351 83391-3228

E dirk.dittrich@iws.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Axel Jahn

Abteilungsleiter Laserstrahlfügen

Fraunhofer IWS Dresden

T +49 351 83391-3237

E axel.jahn@iws.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Jens Liebscher

Entwicklungsingenieur Laserstrahlschweißverfahren

Fraunhofer IWS Dresden

T +49 351 83391-3288

E jens.liebscher@iws.fraunhofer.de

Gute Ideen. Leicht gemacht. 