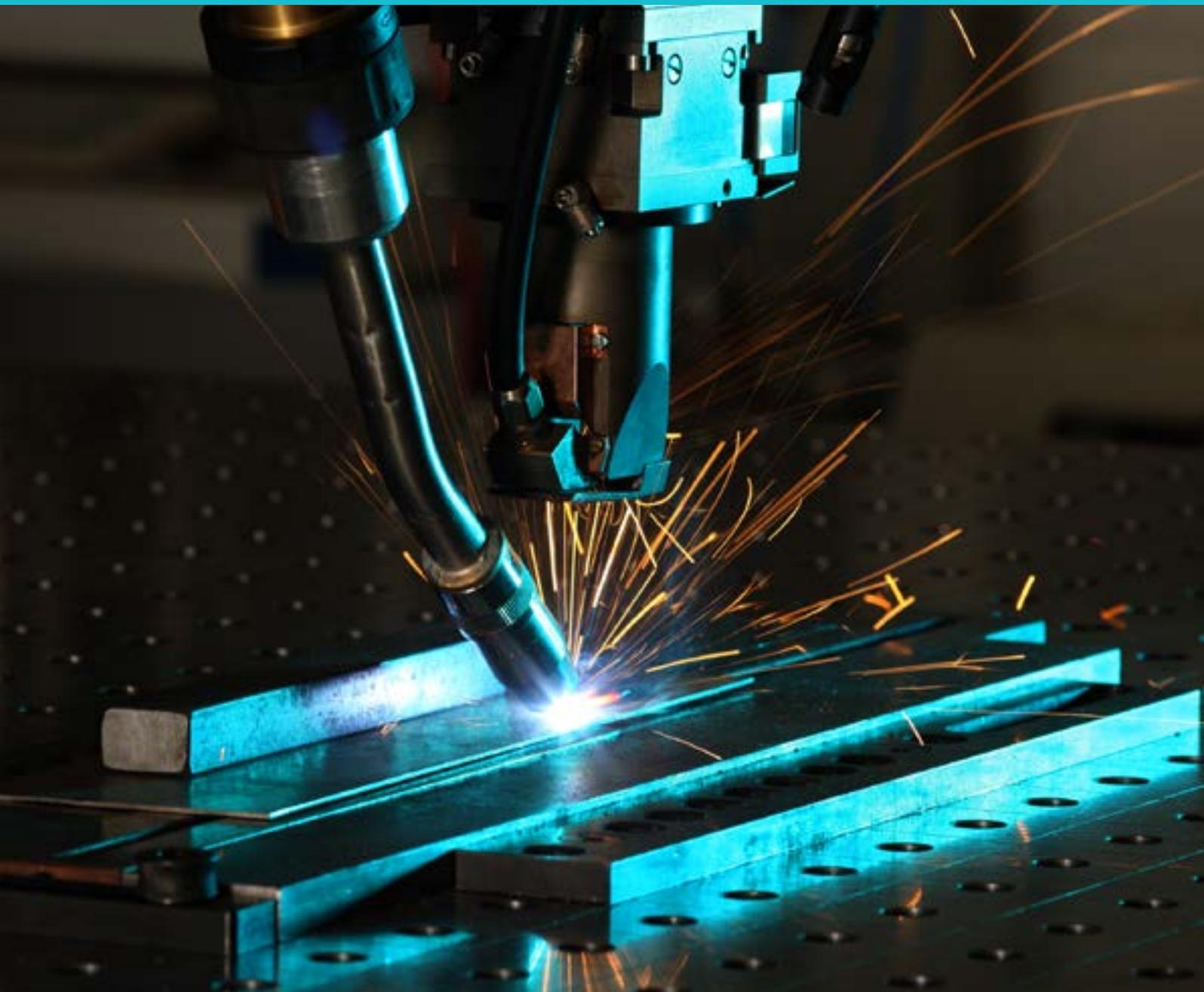


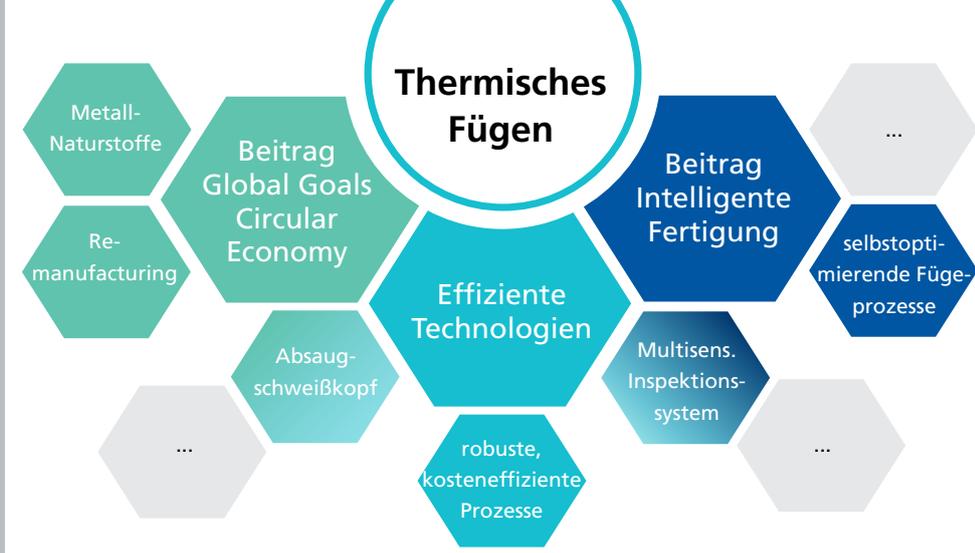


**Fraunhofer**  
IWU

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND UMFORMTECHNIK IWU

# THERMISCHE FÜGETECHNIK





# FÜGETECHNOLOGIEN

## ENTWICKLUNG FÜR NEUE ANWENDUNGEN

Wir bieten komplette schweißtechnologische Lösungen an – von der Analyse der Fügeaufgabe, der Betrachtung der Auswirkungen des Schweißprozesses auf die Konstruktion, den Werkstoff und die entstehenden Produkteigenschaften, der Produkt- und Technologieoptimierung bis hin zur industriellen Umsetzung.

Unsere Ziele:

- höchste Produktivität und Effizienz
- minimale Kosten
- robuste Prozesse

### Umsetzung neuester Entwicklungen

Je nach Fügeaufgabe wählen wir modernste Fügetechnologien aus, die in Bezug auf Bauteileigenschaften, Qualität, Fertigungszeit und Investition das optimale Ergebnis liefern. Dazu nutzen wir Basistechnologien, die entsprechend der geplanten Anwendung weiterentwickelt und optimiert werden:

- Strahltechnologien
- Lichtbogentechnologien
- Widerstandsschweißtechnologien
- Hybridtechnologien
- Additive Manufacturing
- Technologien für Mischverbindungen (Metalle, Nichtmetalle, Naturstoffe)

### Fügetechnologien für E-Mobilität

Im Bereich der Mobilität findet aktuell ein unvergleichbarer Wandel statt. Ob Batterie- oder Wasserstofftechnologien: Bei allen Strategien steht die Fügetechnik vor besonderen Herausforderungen.

Wir bieten neuartige Lösungen für Nichteisenmetallverbindungen (Kupfer, Aluminium) und können Forschungsaktivitäten für serienreife Prozesse im Bereiche der Brennstoffzelle und Wasserstoffspeicherung umsetzen.

### Fügetechnologien für Leichtbaukonzepte

Unverändert ist der Leichtbau eine Schlüsseltechnologie, nun auch insbesondere in Verbindung mit der E-Mobilität. Wir können die Umsetzung verschiedenster Entwicklungen anbieten:

- Fügetechnologien für Mischverbindungen
- Fügetechnologien für FVK-Verbindungen
- Technologien für neueste, zukunftsfähige Leichtbauwerkstoffe (Metall-Naturstoff-Verbunde)

### ML und KI in der Fügetechnik

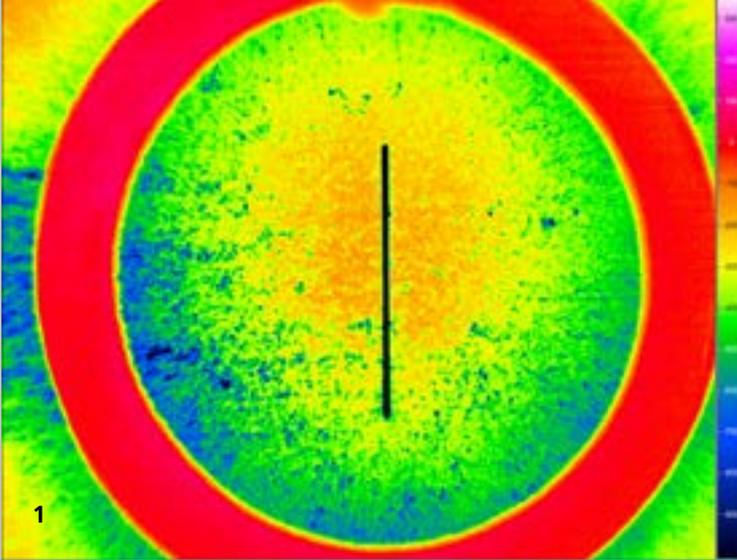
Aufgrund der komplexen Randbedingungen der Fügetechnologien haben Prozesse wie Maschinelles Lernen (ML) und Künstliche Intelligenz (KI) ein großes Potenzial. Insbesondere in Verbindung mit neuesten Inline-Nahtverfolgungs- und Nahtüberwachungssystemen (wie OCT-Systemen) ist es heute möglich, Wege in Richtung selbstoptimierender Systeme zu beschreiten.

### Effizienz in der Fügetechnik

Zentrale Forderung in nahezu allen Produktionsbereichen ist höchste Produktqualität bei geringstmöglichen Kosten.

Eine Bewertung der Prozesse sollte regelmäßig erfolgen:

- Ganzheitliche Bewertung von Prozessketten
- Bewertung und Vergleich von Fügetechnologien
- Analyse neuester Entwicklungen
- Entwicklung neuer Fügestrategien



# PROZESS UND BAUTEIL

## ANALYSIEREN, MODELLIEREN, OPTIMIEREN

### Prozessanalyse

Die Eigenschaften der Fügenähte werden von komplexen Prozesseinflussgrößen bestimmt. Zur Analyse, Modellierung und Optimierung eines Schweißprozesses nutzen wir modernste Verfahren und Methoden.

### Prozesssimulation / Verzugssimulation

Die Schweißsimulation ist ein Standardwerkzeug, mit dem die Schweißverbindung inklusive der sich einstellenden metallurgischen Eigenschaften und Bauteilmaßhaltigkeit berechnet und optimiert werden kann. Unser Angebot umfasst:

- Simulation des Laserstrahl-, Lichtbogen- und Widerstandsschweißens
- Ermittlung von Temperaturfeldern
- Berechnung von Schweißverzügen und Eigenspannungen

### Schadensanalyse

Fehlerhafte Schweißverbindungen sind eine häufige Schadensursache. In Schadensgutachten werden die Schadensmechanismen ermittelt und Reparaturkonzepte sowie Konzepte zur Schadensvermeidung erstellt.

### Schweißgerechte Konstruktion

Die Bauteilkonstruktion legt die wichtigsten Randbedingungen für eine Bauteilfertigung und die späteren Bauteileigenschaften fest. Dabei haben Schweißverbindungen eine Schlüsselstellung.

Unser Angebot umfasst:

- CAD-Konstruktion (von der Konzeptphase bis zum Prototyp, Optimierung und Variantenvergleich)
- Integration von Schweißverbindungen
- Bemessung und Festigkeitsnachweis nach aktuellen Regelwerken und Richtlinien (DIN EN 1993 (EUROCODE 3), FKM-Richtlinie, IIW-Richtlinien) mit Nenn-, Struktur- und Kerbspannungskonzepten
- Erstellung von Konstruktionsunterlagen und Prüfung (insbesondere bezüglich der Schweißausführung)

### Bauteilsimulation und -optimierung

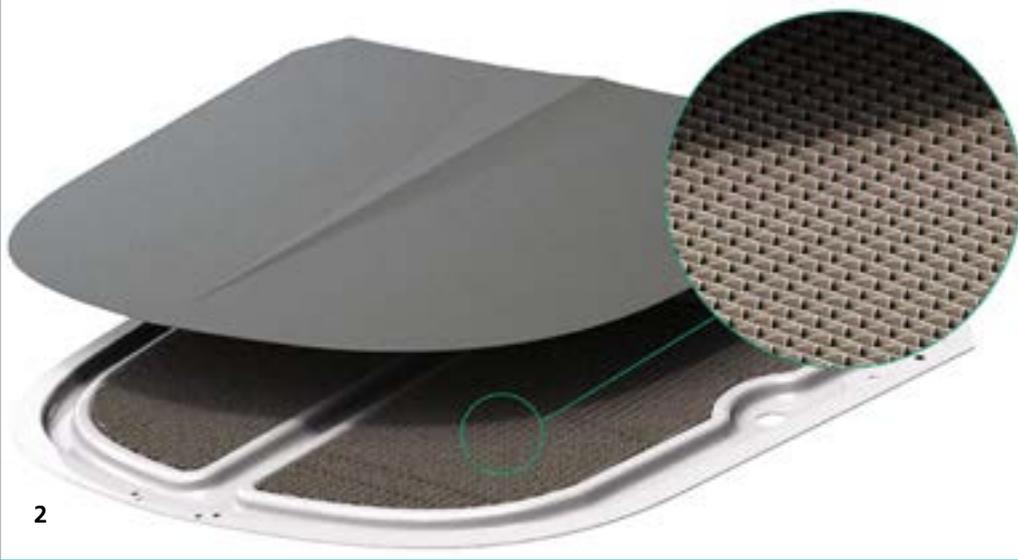
- Vernetzung komplexer Strukturen (Kopplung CAD-FEM)
- Beanspruchungssimulation (Verformungen, Spannungen)
- Topologieoptimierung

### Bauteil- und Materialeigenschaften

- Kleinproben- und Bauteilprüfung
- Mechanische und thermische Eigenschaften
  - Statische Festigkeit
  - Schwingfestigkeit
  - Crash-Verhalten
- Korrosionseigenschaften
- Metallurgische Eigenschaften
- Bestimmung und Bewertung von Nahtqualität/-güte

1 *Thermographische Risserkennung an Schweißnähten*

2 *Metall-Naturstoff-Verbund*



# PROTOTYPING

## VON DER IDEE ZUR PRAKTISCHEN UMSETZUNG

### Fertigungskonzepte und Strategien

- Entwicklung spezifischer Fertigungskonzepte (auch Bewertung und Variantenvergleich)
- Fügetechnologiescreening (systematischer Vergleich möglicher Fügestrategien)
- Entwicklung, Bau und Test von Schweißvorrichtungen

### Laborumsetzung und Forschungsfabrik

- Virtuelle und reale Abbildung von Teilprozessen
- Sensitivitätsanalysen
- Prozessoptimierung

### Prototypen und Testserien

- Fertigungsstrategien für Prototypen
- Konstruktion und Bau von Prototypenvorrichtungen
- Herstellung seriennaher Prototypen
- Analyse und Auswertung der Erfahrungen (Qualität, Maßhaltigkeit, Parameter, Besonderheiten) für die Serienumsetzung

### Industrielle Umsetzung

- Technologietransfer in das Unternehmen
- Erstellung von Fertigungsunterlagen
- Begleitung des Produktionsanlaufes mit Spezialisten
- Vor-Ort-Schulungen
- Externe Fertigungsüberwachung

### Qualitätssicherung

Entwicklung und Umsetzung von ganzheitlichen Qualitätssicherungskonzepten (Inlineüberwachung jeder Schweißnaht, Dokumentation, selbstoptimierende Prozesse in Richtung Null-Fehler-Produktion).

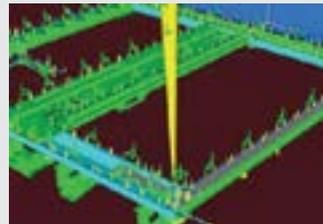
### Rahmen der Rücksitzbank:

#### Vom Design bis zum Einsatz im Kraftfahrzeug

KONSTRUKTION



SIMULATION



FERTIGUNG



ANWENDUNG





# ANLAGENTECHNIK

## ZUR THERMISCHEN BEARBEITUNG (AUSWAHL)

### Laserbearbeitungsanlagen

- 10 kW-Scheibenlaser (TruDisk 10002, Wellenlänge: 1030 nm, 8 mm\*mrad)
- 6 kW-Scheibenlaser (TruDisk 6001 mit BrightLine Weld, Wellenlänge: 1030 nm, 4 mm\*mrad)
- grüner 1 kW-Scheibenlaser (TruDisk 1020, Wellenlänge: 515 nm)
- Diodenlaser 2 x 500 W zum Laserhärten und Laserstrahllöten
- verschiedene Laserbearbeitungsoptiken zum Schweißen (auch Scanner), Auftragsschweißen, Löten, Schneiden und zur Wärmebehandlung
- Prozesssensorik und Nahtverfolgungssysteme

### Handlingsysteme

- Portalsystem TRUMPF TruLaser Cell 7020
- 2 interaktive 6-Achsroboter Comau NJ110/NJ40 mit 2 DKP 400 (CNC-Maschinensteuerung)
- Drehachsen für beide Systeme

### Schutzgasschweißausrüstung

- MSG-Schweißstromquellen (Fronius Transpuls Synergic 5000, Fronius CMT 4000 advanced, Merkle 55 HighPuls RS)
- Plasma-/WIG-Schweißstromquellen (EWM Tetrix 400, Fronius Magic Wave 5000)
- hängender Schweißroboter mit Drehkippsmodul (REIS RV20-16 und RDK05)

### Software (Auswahl)

- Pro-Engineer/CATIA/AutoCAD/Inventor
- ANSYS/ABAQUS
- DEFORM/PAM-STAMP/AUTOFORM
- Simufact welding
- Sorpas@2D.welding

### Widerstandsschweißausrüstung

- servomotorisch angetriebene Hochfrequenz-Widerstandspunktschweißmaschine (Promess)
- Kondensatorentladungsschweißanlage (GLAMATRONIC)
- diverse robotergeführte Widerstandspunktschweißzangen für Aluminium und Stahl

### Reibschweißtechnik

- punktförmig, linear, flächig
- Reibpunktschweißmaschine RPS100 (Harms+Wende)

### Prozessanalyse

- Hochgeschwindigkeitskamarasysteme bis ca. 100 000 Hz
- Hochgeschwindigkeits-Thermografie (Bildfrequenz 800 Hz, Temperaturempfindlichkeit 15 mK, Bildgröße: 256 x 256 Pixel)
- optische 3D-Messsysteme (GOM-Aramis, GOM-Pontos) zur Schweißverzugsanalyse
- Messsystem WeldQAS der Fa. HKS zur zeitlich hochauflösenden Prozessanalyse von Lichtbogenprozessen
- SPATZMulti04 Schweißrekorder zur Analyse von Widerstandsschweißprozessen
- Pyrometer 5 bis 500 K und 300 bis 1 600 K
- Abschreckdilatometer bis ca. 1 500 K/s

### Verbindungs- und Bauteilprüfung (Auswahl)

- Schwingprüfung (bis  $\pm 100$  kN, bis 400 Hz, multiaxial)
- Impact-Prüfung (schlagdynamisch, bis max. 40 kJ)
- Korrosionsprüfung (Salzsprühnebeltest, VDA-Wechseltest, Kondenswassertest, Außenbewitterung)
- Zerstörungsfreie Prüfung (Ultraschall, Röntgen, Tomographie)

**Herausgeber**

Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Telefon +49 371 5397-0  
Telefax +49 371 5397-1404  
info@iwu.fraunhofer.de  
www.iwu.fraunhofer.de

**Abteilung Thermisches Fügen**

Dr.-Ing. habil. Frank Riedel  
Telefon +49 371 5397-1300  
Fax +49 371 5397-6-1300  
frank.riedel@iwu.fraunhofer.de

**Bildquellen**

Fraunhofer IWU