



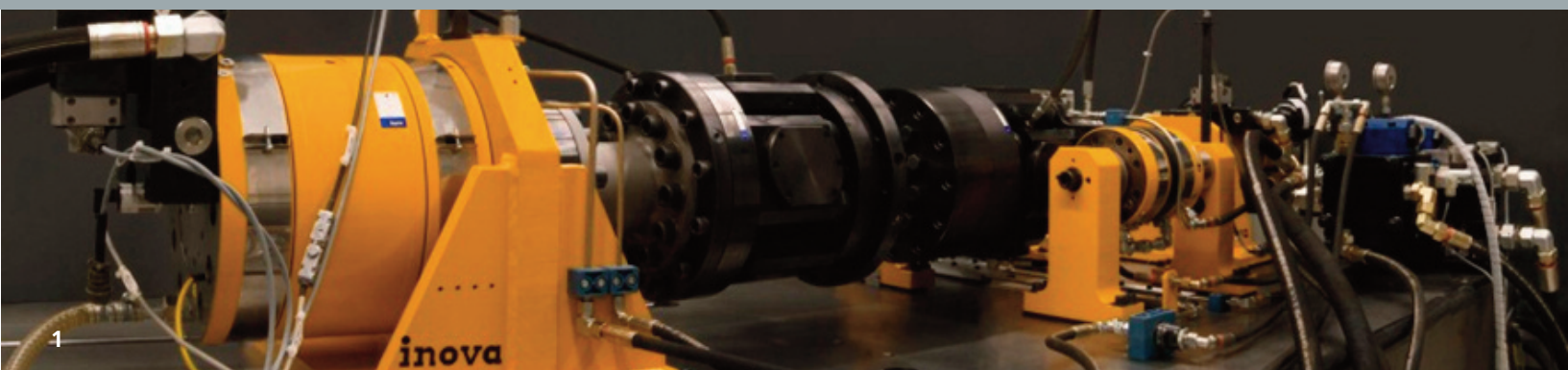
# Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



## KLEBEN HOCHBELASTBARER ANTRIEBSKOMPONENTEN

für automobile Anwendungen

### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3210

[www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Annett Klotzbach

Telefon +49 351 83391-3235

[annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de](mailto:annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de)

Dipl.-Ing. Maurice Langer

Telefon +49 351 83391-3852

[maurice.langer@iws.fraunhofer.de](mailto:maurice.langer@iws.fraunhofer.de)

### Problem

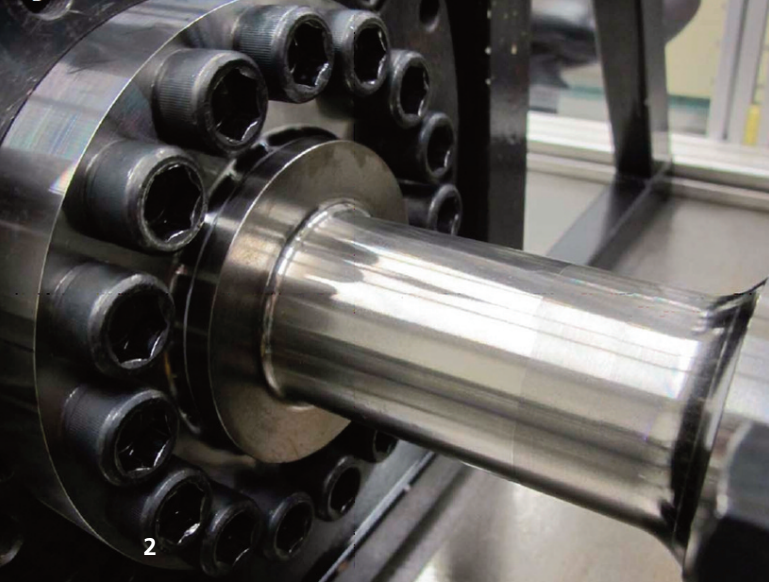
Seit mehr als 15 Jahren werden weltweit zunehmend schweißtechnische Mischverbindungen aus Gusseisen und Einsatzstahl zum Standard im Getriebebau der Automobilindustrie. Diese Mischverbindungen ersetzen mit beträchtlichen Gewichts- als auch fertigungstechnischen Vorteilen die bis dahin aufwendigen Schraub- und Nietverbindungen, insbesondere bei Differentialgetrieben.

Aufgrund des stetig anhaltenden allgemeinen Kosten- und Qualitätsdrucks werden zunehmend auch einsatzgehärtete Bauteile mit verbesserten mechanisch-technologischen Eigenschaften sowie Konstruktionswerkstoffe mit eingeschränkter Schweißbarkeit (z.B. Sinterwerkstoffe, schwarzer Temperguss usw.) eingesetzt.

Um auch diese für moderne Fahrzeugkonzepte nutzbar zu machen, bedarf es innovativer Fertigungsverfahren.

### Unsere Lösung

Gemeinsam mit Partnern aus der Automobilindustrie wurde ein Klebprozess entwickelt, der es ermöglicht, auch Mischverbindungen mit bedingter oder auch ohne Schweißbarkeit zuverlässig und hochbelastbar zu fügen. Neben der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens besteht ein wesentlicher Vorteil des Klebens in der Vermeidung rissempfindlicher Gefügebereiche, wie es z.B. im extrem harten Ledeburit, in der gussseitigen Wärmeeinflusszone beim Schweißen entstehen kann.



Thermische transiente Spannungen und Verformungen können aufgrund des niedrigen Energieeintrages während der Klebstoffhärtung vollständig vermieden werden. Während bei Schweißnähten oder Schraubverbindungen lokale Spannungsspitzen auftreten, wirkt sich die gleichmäßig über die gesamte Klebfläche wirkende Spannungsverteilung positiv auf die erzielbaren statischen und dynamischen Festigkeiten aus.

Im Rahmen einer Reihe von Klebversuchen an Prüfbauteilen aus schwarzem Temperguss (GJMB) und Einsatzstahl wurden sowohl die klebgerechte Bauteilgestaltung und -auslegung sowie Klebstoffeignung und Vorbehandlungsparametrisierung untersucht.

## Ergebnisse

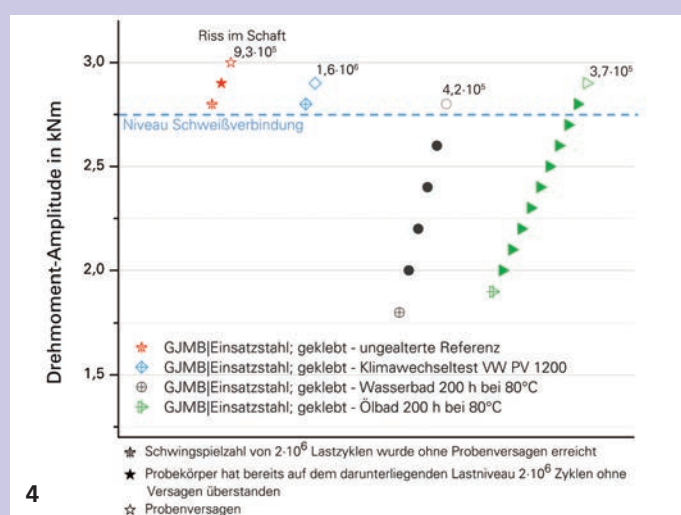
Mit Blick auf die Gewinnung von Kennwerten zur Optimierung der Bauteilauslegung wurden strukturell geklebte Bauteile in einer servo-hydraulischen Axial-Torsions-Prüfmaschine am Fraunhofer IWS Dresden auf ihre zyklische Belastbarkeit geprüft (Abb. 1). Die Prüfkörper wurden dabei gemäß der Vergleichsspannungshypothese nach Mises mit dem für Differentialgetriebe typischen Lastfall aus einer Kombination von Biegung und Torsion (Verhältnis 1:12) durch zeitlich sinusförmige Drehmomenteinleitung als Wechsellastversuch mit einer Prüffrequenz von 13 Hz belastet.

Die geklebten Mischverbindungen aus GJMB und Einsatzstahl (Abb. 2) erreichten hierbei im Vergleich zu den in der Automobilindustrie verbreiteten und mit konventionellen Bearbeitungslasern und Zusatzwerkstoff geschweißten Mischverbindungen aus Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) und Einsatzstahl Dauerfestigkeiten auf vergleichbarem Lastniveau. In Abb. 4 sind ausgewählte Ergebnisse der Torsionsschwingversuche dargestellt. Jedes Symbol repräsentiert eine Reihe von Lastzyklen eines Prüfteils, welches entweder bis zum Bruch oder bis zum Testabbruch nach  $2 \cdot 10^6$  Zyklen ohne Probenversagen auf dem nächst höheren Lastniveau weiter geprüft wurde.

Die an den Prüfkörpern durchgeführten Versuche zeigen, dass die realisierten Klebverbindungen eine kombinierte Axial-Torsions-Wechselfestigkeit erreichen, die durch ein Torsionsmoment von etwa 2,8 kNm mit einer Axialkraft von 34 kN beschrieben werden kann.

Um neben den strukturellen Eigenschaften der Klebung auch eine hervorragende Medienbeständigkeit zu gewährleisten, weisen die Verbindungen eine Kombination aus Dicht- und Strukturklebung auf, welche bereits in diversen Alterungssimulationen (Abb. 3) ohne Festigkeitsabfälle erfolgreich nachgewiesen werden konnte.

Graphische Darstellung der Ergebnisse zu den Axial-Torsions-Wechsellasts



4

1 Hydraulische Axial-Torsions-Prüfmaschine

2 Geklebter Prüfkörper aus GJMB und Einsatzstahl während zyklischer Axial-Torsions-Prüfung

3 Klimawechseltest gemäß VW PV 1200