

AMZ-Workshop

Kleben im Automobilbau

Kleben im Multimaterialmix – Anwendungen, Trends und Entwicklungen in Montage und Halbzeugfertigung

Dr. Jens Standfuß, Josef-Sebastian Pap, Annett Klotzbach
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS



Agenda

■ Einleitung

- Kleben in der Natur – Beispiele aus Flora und Fauna
- Grundsätzliche Funktionen der Klebungen

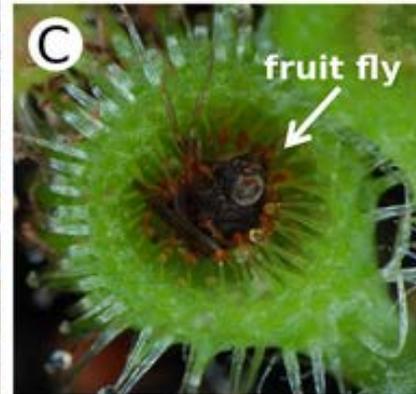
■ Forschungsfelder in der Klebtechnik – Fertigungstechnische Entwicklungen

- Kleben im Bereich Antriebstrang
- Großflächige Oberflächen-vorbehandlung mittels cw-Laser
- Schnelle Aushärtung mittels Induktion
- Kleben ohne Klebstoff

■ Zusammenfassung

Einleitung

Kleben in der Natur – Beispiele aus Flora und Fauna



Pflanzen

- Klebrige Harze
- Natur-Latex

Sonnentau (fleischfressend)

Gummibaum,
Nadelbäume,
Akazien
(Schutz und
Heilung)

Kleben in der Natur – Beispiele aus Flora und Fauna



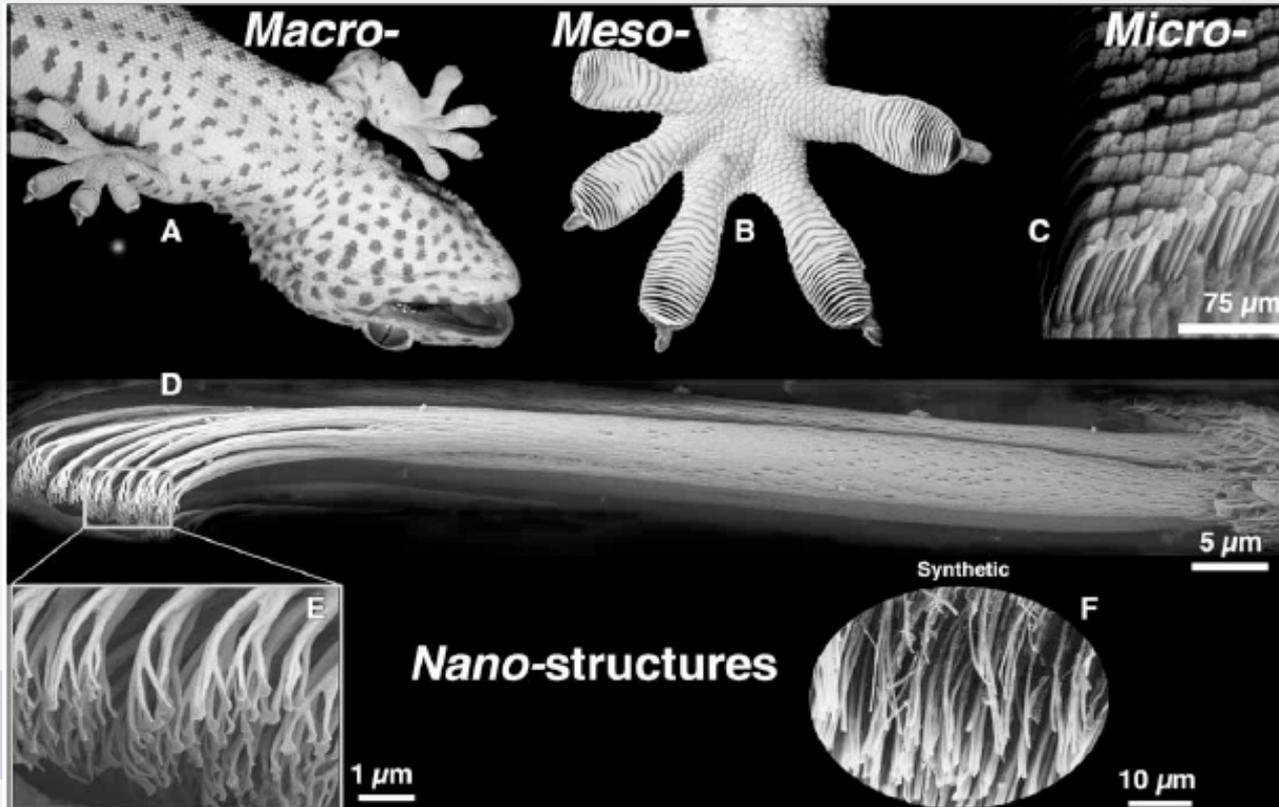
Tiere

- Produktion von Klebstoff als Hilfsmittel zum Bau von Behausungen

Termiten, **Bienen**,
Schwalben,
Spinnen

Einleitung

Kleben in der Natur – Beispiele aus Flora und Fauna



Gecko

- Füße mit Millionen von Härchen (Setae)
- Haarspitzen in bis zu tausend winzige Wülste aufgespaltet
- Diese Haftballen bilden große Oberfläche (Van der Waals Kräfte)
- 4 Füße bis 140 kg
- Lösen durch Abrollen (Klebestreifen)

Lage sichern

- Glasfassaden
- Schilder
- Mikroelektronik,
- ...



Kräfte übertragen

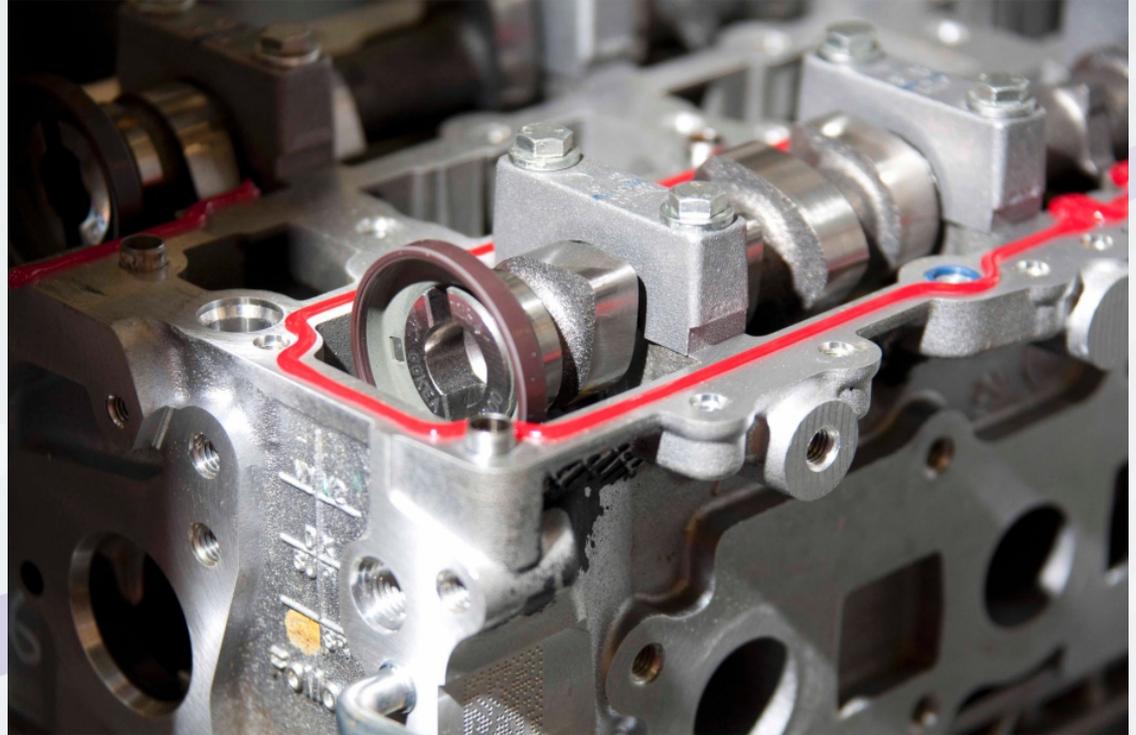
- Holzbau,
- Automobilkarosserie,
- Flügel in Windkraftanlagen
- ...



Centre Pompidou im französischen Metz
Holz-Stahl-Klebverbindungen

Dichten

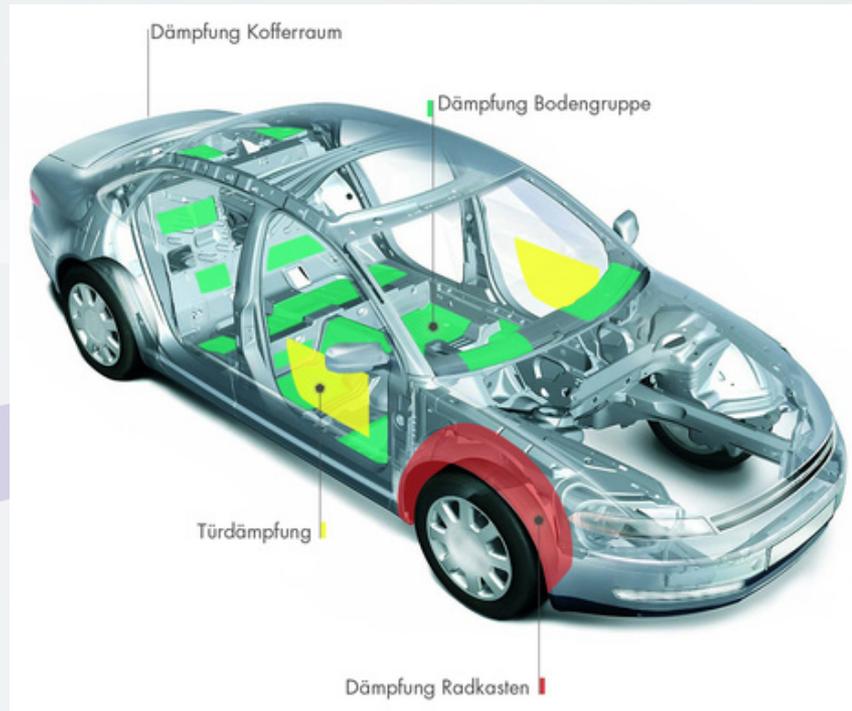
- Silikon
(Beständigkeit gegen Öle, Getriebeflüssigkeiten, Wasser und Gefrierschutz)
- Ersetzen von Kork und Papierdichtungen durch elastische Raupen



Gehäuseabdichtung - Nockenwelle

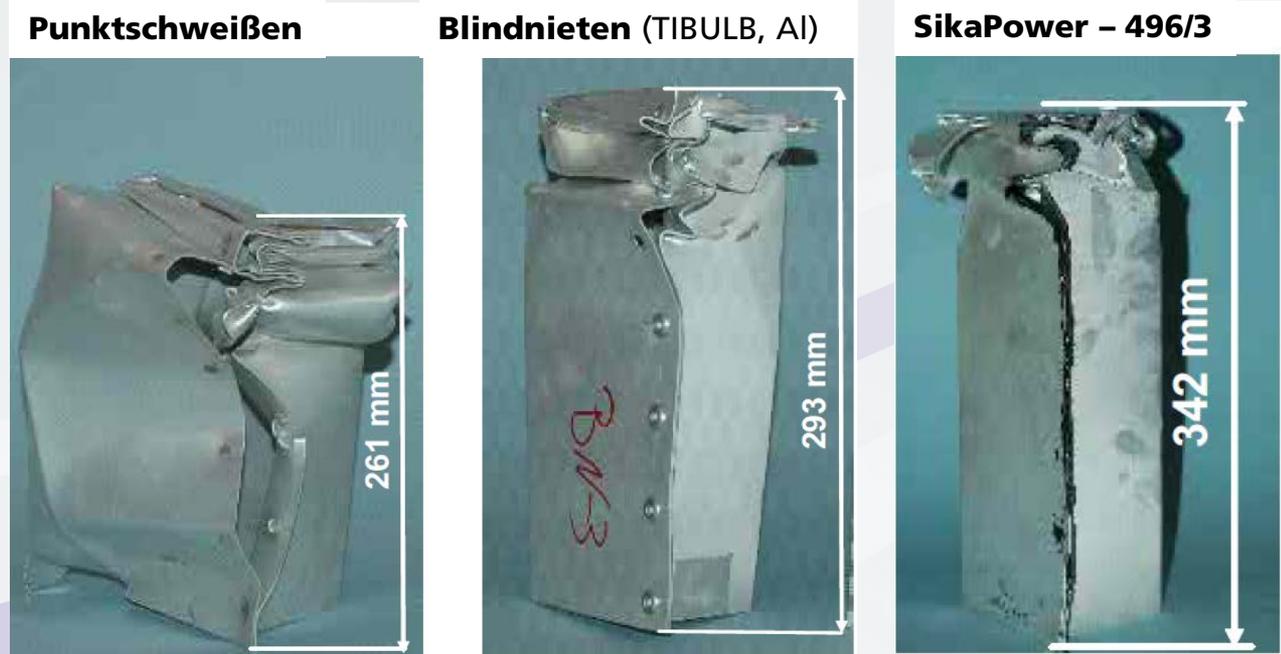
Dämpfung

- Schlag
- Vibration
- Stoß



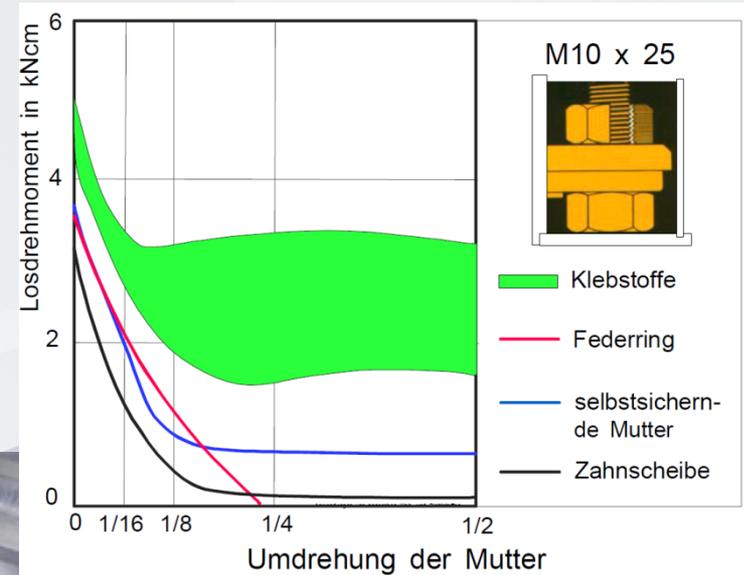
Energieaufnahme

- Crash
- Schlag
- ..



- Crashversuch an Z-Profil (EN AW-6014-T6; $t=1,5$ mm, 7 m/s; 230 kg)
- SikaPower (warmhärtend) mit größte Faltenbeullast und geringster Verformungsweg

Schraubensicherung

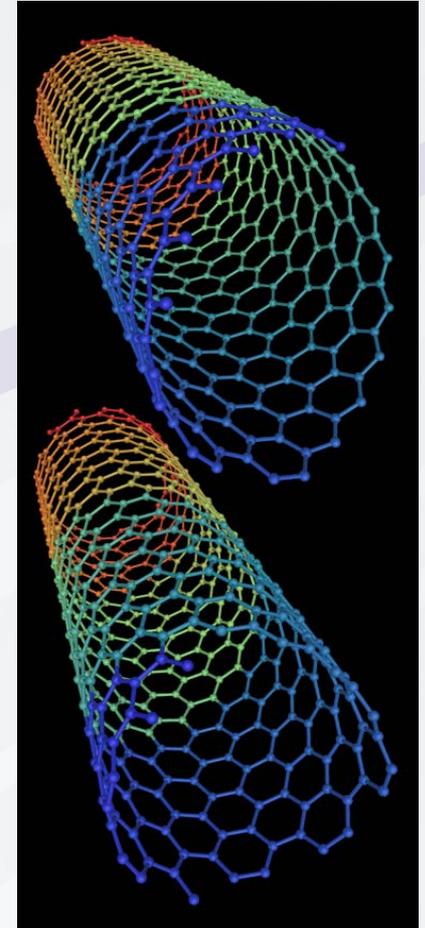
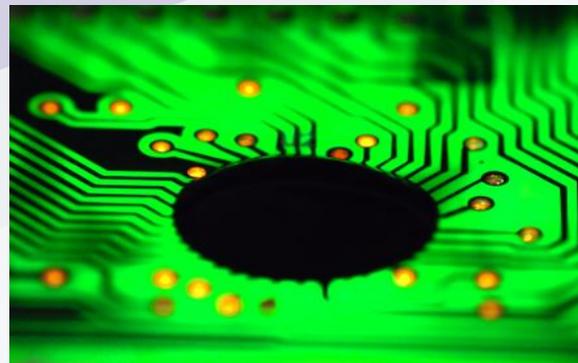
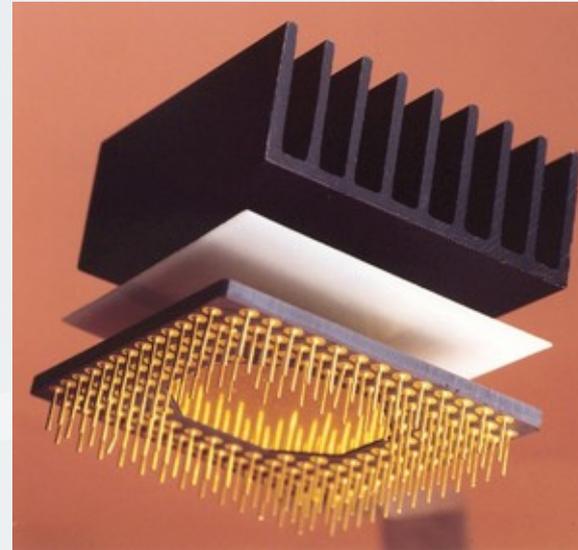


Leiten und Trennen

- Elektrizität
- Wärme
- Licht
- Fluide

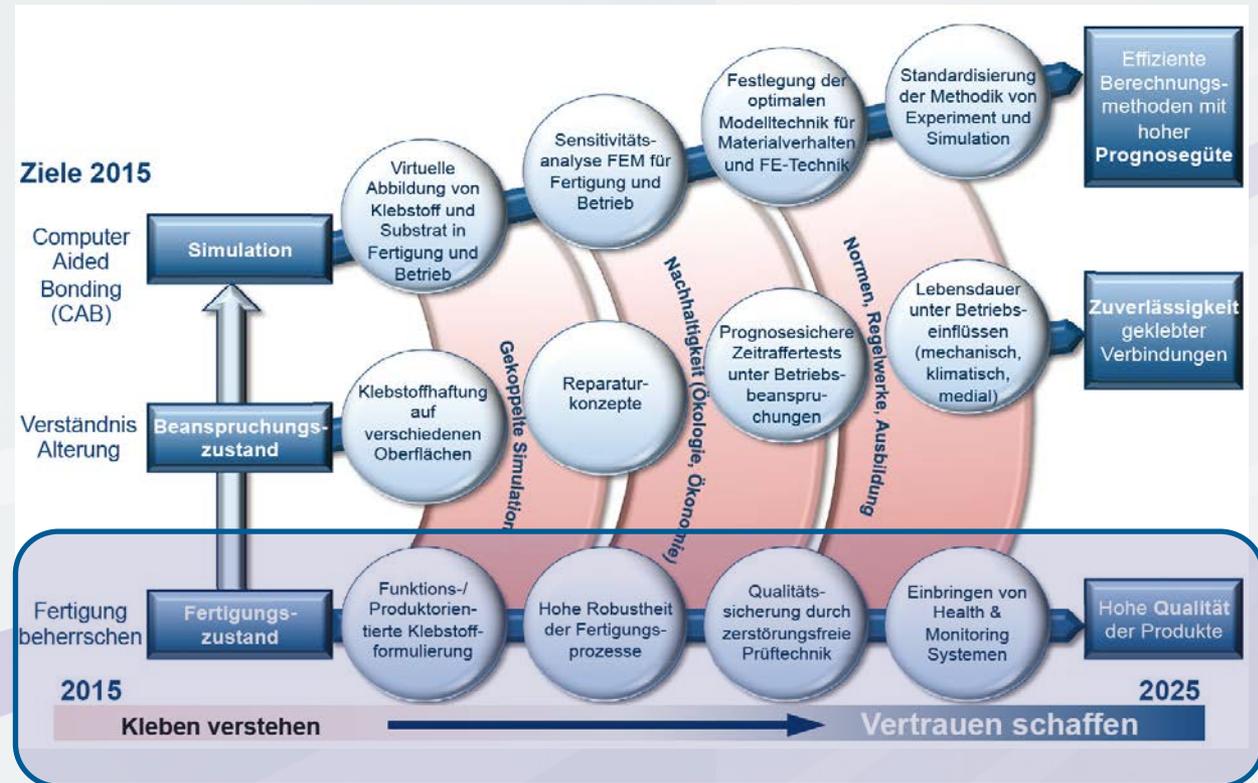
Beispiel

Elastomer-Pads und thermisch leitfähige Klebstoffe werden zur Wärmeableitung genutzt.



Entwicklungsbeispiele Fertigung

- Kleben im Bereich Antriebstrang
- Großflächige Oberflächenvorbehandlung mittels cw-Laser
- Schnelle Aushärtung mittels Induktion
- Kleben ohne Klebstoff



Quelle: Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik (GAK), ISBN: 978-3-89746-179-6

Kleben im Bereich Antriebstrang

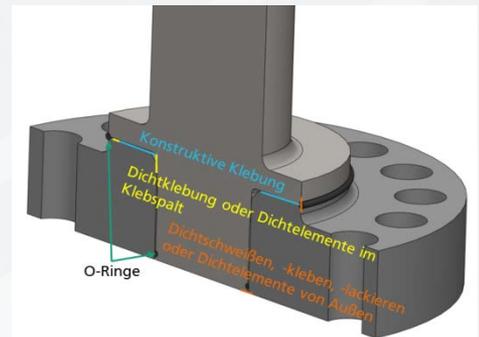
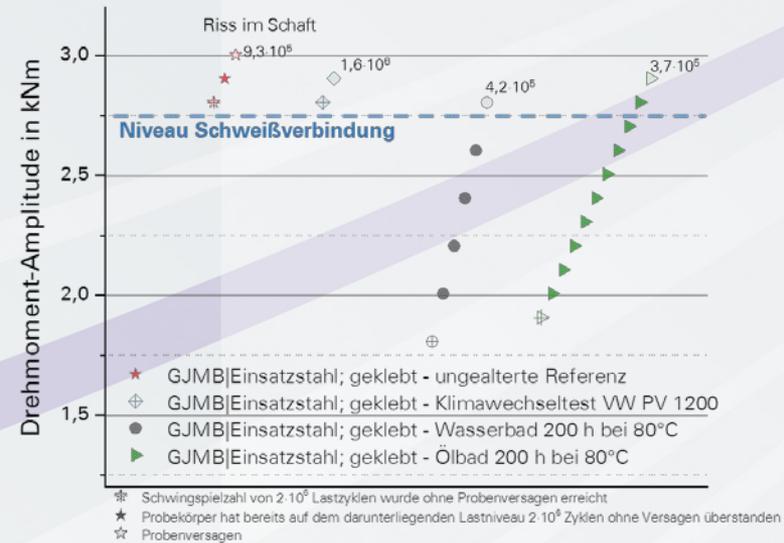
Kleben vs. Laserstrahlschweißen am Beispiel Differentialgetriebe

Motivation

- Fügen Gussgehäuse mit einsatzgehärteten Verzahnung
- Laserstrahlschweißen statt Schrauben SoA Gewichtsreduzierung, geringer Bauraum, reduzierte Montagekosten
- **ABER: Laserstrahlschweißen bedingt Harddrehbearbeitung der Einsatzhärtungsschicht sowie Kaltrissgefahr**

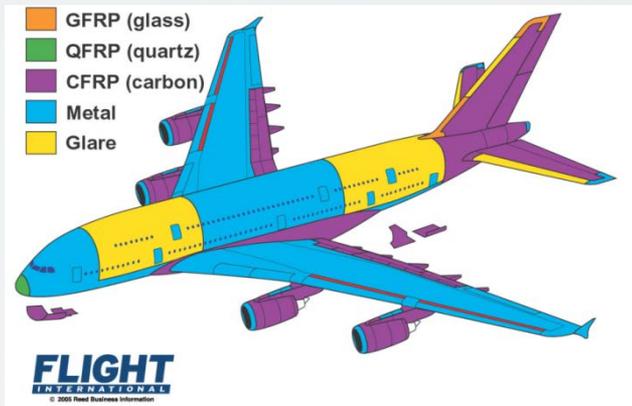
Ergebnis Kleben

- Torsionswechselfestigkeit auf Niveau Laserstrahlschweißen
- .. auch bei Alterung Klimawechseltest und Ölbad
- Abfall bei Öl-Wasser-Gemisch => Abdichten!

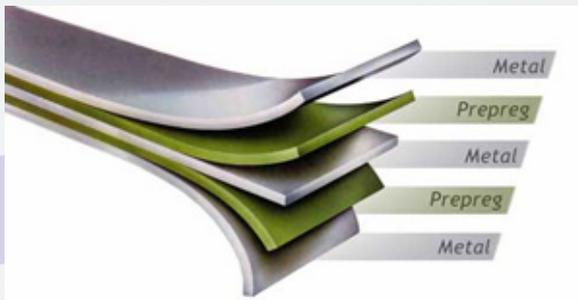


Großflächige Oberflächen- vorbehandlung mittels cw-Laser

Faserverstärkte Metallamine für Luftfahrtanwendungen



Materialien am A380
(Quelle: flightforum.ch)



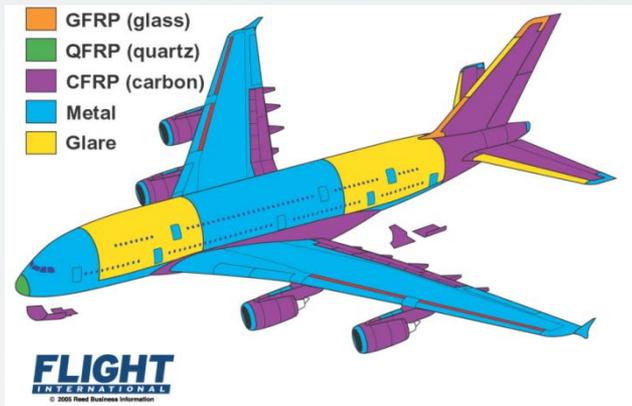
Lagenaufbau von FMLs
(Quelle: theatlasgroup.biz)

- **Faserverstärkte Metallamine (FML)**
 - Aluminium, Titan, Stahl, ... +
 - Aramid-Fasern, Glasfasern, Kohlefasern, PE-Fasern, ...
- **Glasfaserverstärktes Aluminium (GLARE)**
 - Aluminiumdünnblech (AA2024)
0.3 mm – 0.4 mm
 - unidirektionales S-Glasfaser-Prepreg (EP) 0.13 mm, Fasern ca. 10 µm Ø
 - Faserorientierung im Aufbau an Lastfall angepasst

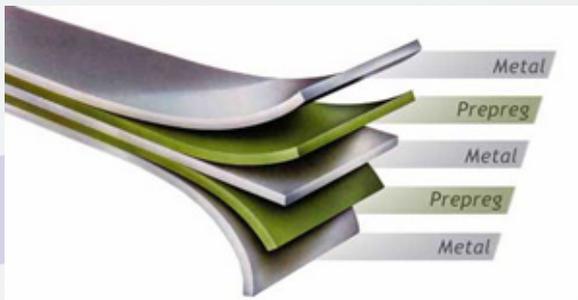
➤ **Ablösung derzeitiger nasschemischer Vorbehandlungsprozesse für Aluminiumfolien**

Großflächige Oberflächen- vorbehandlung mittels cw-Laser

Faserverstärkte Metallamine für Luftfahrtanwendungen



Materialien am A380
(Quelle: flightforum.ch)



Lagenaufbau von FMLs
(Quelle: theatlasgroup.biz)

- **Faserverstärkte Metallamine (FML)**
 - Aluminium, Titan, Stahl, ... +
 - Aramid-Fasern, Glasfasern, Kohlefasern, PE-Fasern, ...
- **Glasfaserverstärktes Aluminium (GLARE)**
 - Aluminiumdünnblech (AA2024)
0.3 mm – 0.4 mm
 - unidirektionales S-Glasfaser-Prepreg (EP) 0.13 mm,
Fasern ca. 10 µm Ø
 - Faserorientierung im Aufbau an Lastfall angepasst

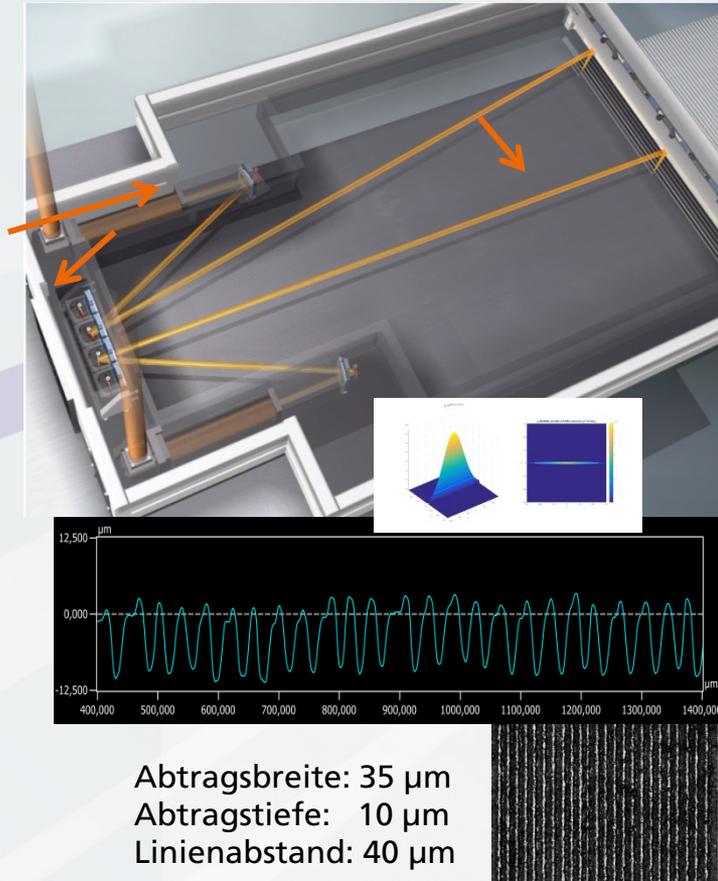
➤ **Ablösung derzeitiger nasschemischer
Vorbehandlungsprozesse für
Aluminiumfolien**

Großflächige Oberflächen- vorbehandlung mittels cw-Laser

High-Speed Laser Remote Processing mit high-power Cw-Laser

■ Verfahrenscharakteristik

- Kombination aus Schmelzen und Sublimieren
- Hohe Scangeschwindigkeiten ermöglichen kurze Wechselwirkungszeiten
- „Abrastern“ der Oberfläche durch linienförmige Bearbeitung



Großflächige Oberflächen- vorbehandlung mittels cw-Laser

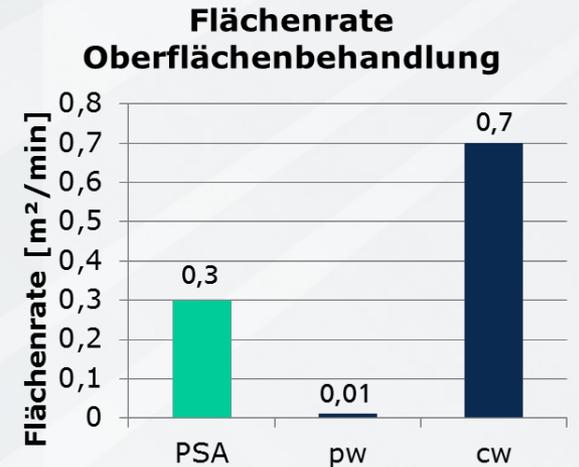
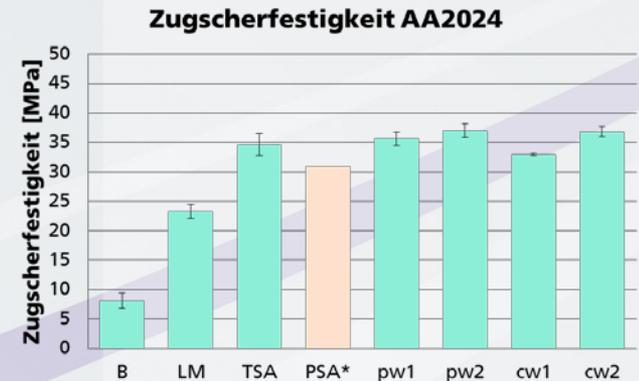
High-Speed Laser Remote Processing mit high-power Cw-Laser

■ Verfahrenscharakteristik

- Kombination aus Schmelzen und Sublimieren
- Hohe Scangeschwindigkeiten ermöglichen kurze Wechselwirkungszeiten
- „Abrastern“ der Oberfläche durch linienförmige Bearbeitung

■ Ergebnisse

- Zugscherfestigkeit > 35MPa für AA2024
- Kohäsives Versagen bei Scherung
- Hohe Flächenrate möglich
- Vorteile gegenüber Badprozess (Bauteilgrößenabhängige Bearbeitung, Geringer Platzbedarf, „Coil to Coil“ Behandlung möglich)



Schnelle Aushärtung mittels Induktion

Accelerated curing by inductive heating

Process

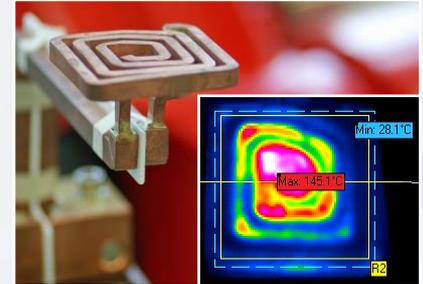
- Thermal curing via induction heating
- controlled via pyrometric sensor
- Exchangeable liquid-cooled inductors

Adhesive

- 1C heat curing epoxy
- MagSilica® 300 particles (Additive for accelerated curing)
 - Iron oxide particles (~8µm) with a silica cover
 - Dispersability: 5, 10, 15 and 20 wt%

Examples of application

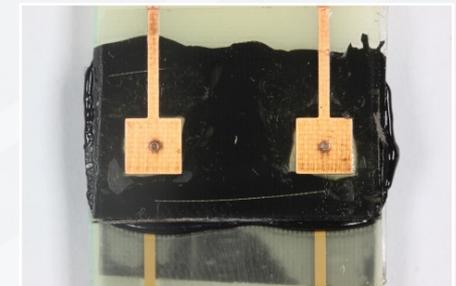
- Fixation of large area bonding zones and complex multi-body joints
- Attachment of connecting elements



Inductor with heat distribution within the induction field



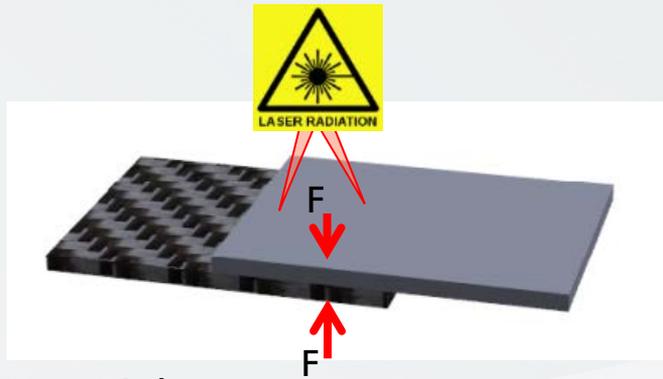
pyrometer



Conductive and structural joint

Kleben ohne Klebstoff

Thermisches Direktfügen von Metall und GF-PA6 im Überlapp

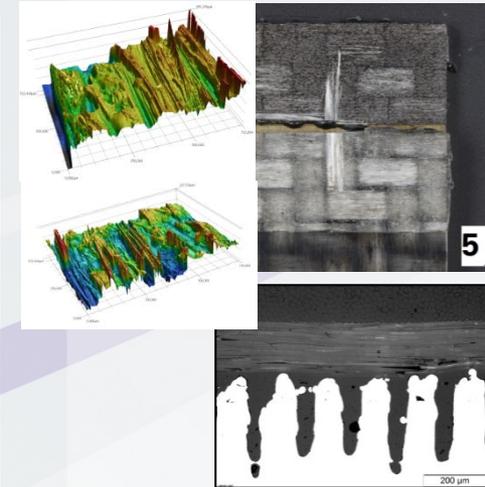
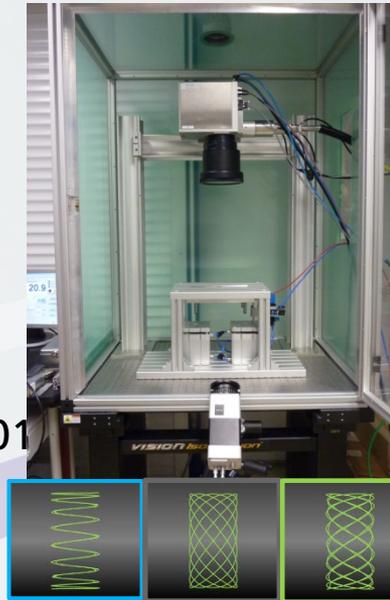


Material:

- ▶ Metall (1,5 mm): E355, AW6082, 1.4301
- ▶ FKV (2 mm): Tepex@dynamite

Verfahrenscharakteristik:

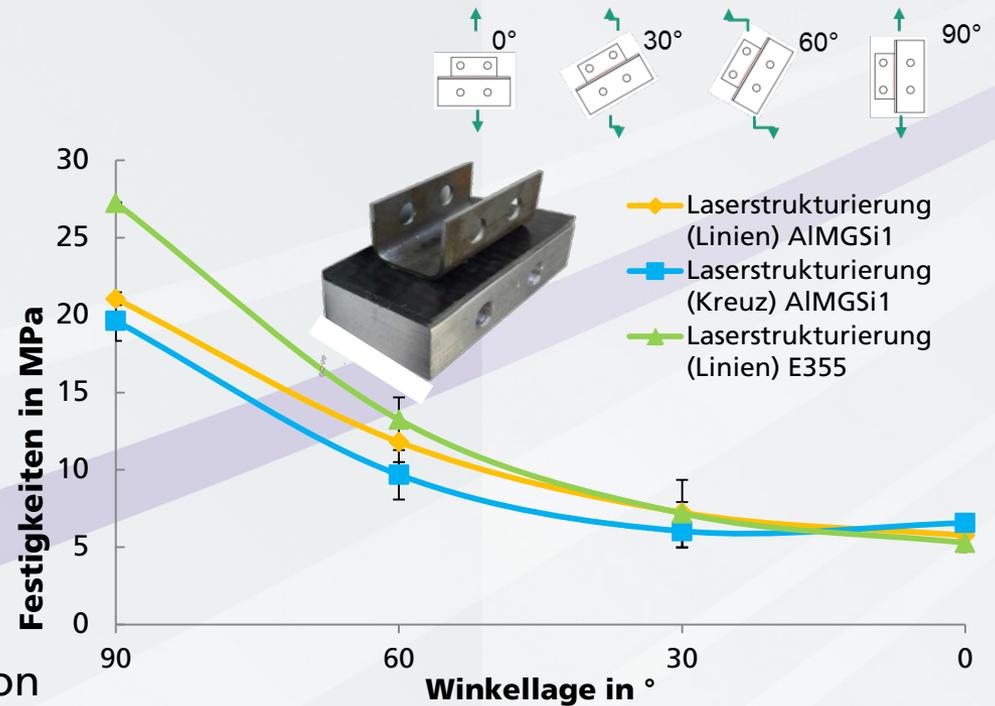
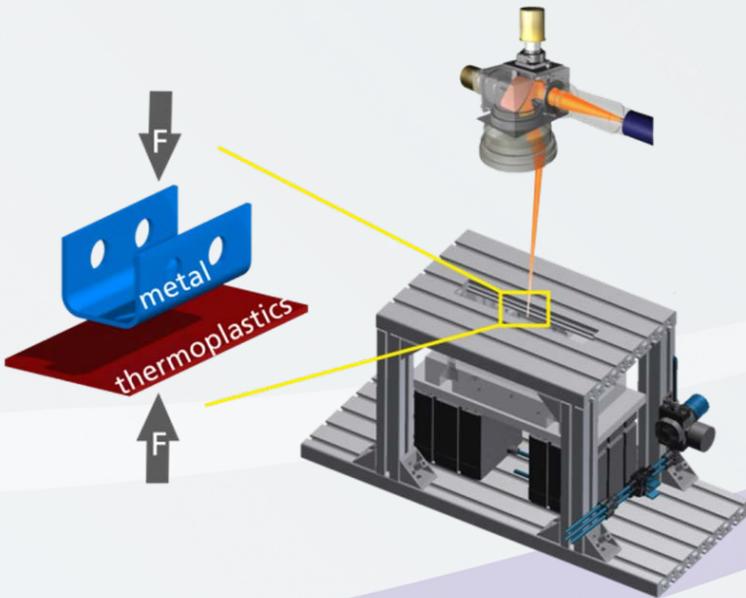
- ▶ Angepasste Laserstrukturierung
- ▶ Lasererwärmung durch Strahloszillation



Kohäsionsbruch im FKV

Fügezeit: kleiner 4 Sekunden!!!

Übertragungsfestigkeit in Abhängigkeit der Beanspruchungsrichtung

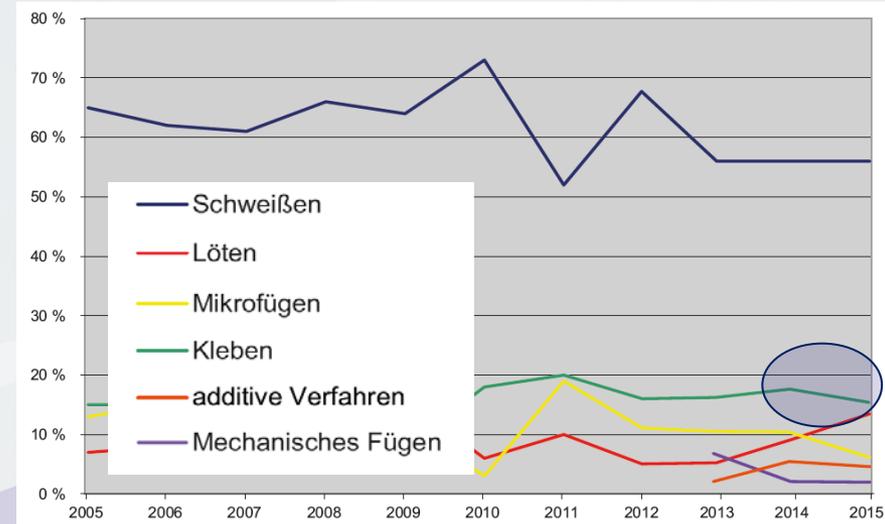


- ▶ Übertragungsfestigkeit abhängig von Vorbehandlung, Art des Metalls und Belastungsfall
- ▶ Eingangsgrößen für Fugestellensimulation bereitgestellt

Quelle: Verbundvorhaben „LaserLeichter - Entwicklung laserbasierter Füge-technologien für artungleiche Leichtbaukonstruktionen“

Zusammenfassung

- **Kleben ist eines der attraktivsten Fügeverfahren**
- **Potential insbesondere im Bereich Leichtbau / Multimaterialmix**
- **Unter dem Gesichtspunkt Kosten ist Fertigungstechnik ein Entwicklungsschwerpunkt**
- **Berührungslose, flexible und automatisierbare Verfahren wie Laserverfahren attraktiv**



Umfrage unter 440 Industrievertretern des Deutschen Verbandes für **Schweißen** (DVS) zu Potential und Forschungsmarkt für Fügeverfahren (2015)

Anhang

Bonding and Composite Technology

Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology
Business field Joining
Group Bonding and Composite Technology
Winterbergstrasse 28
01277 Dresden, Germany

Group leader: Annett Klotzbach
Annett.Klotzbach@iws.fraunhofer.de

Deputy group leader: József-Sebastian Pap
Jozsef-sebastian.Pap@iws.fraunhofer.de



Kernkompetenzen im Bereich Klebtechnik

- Konstruktives Kleben verschiedenster Materialien und Mischverbindungen
- Fügeteilvorbehandlung mittels Plasma- und Lasertechnik

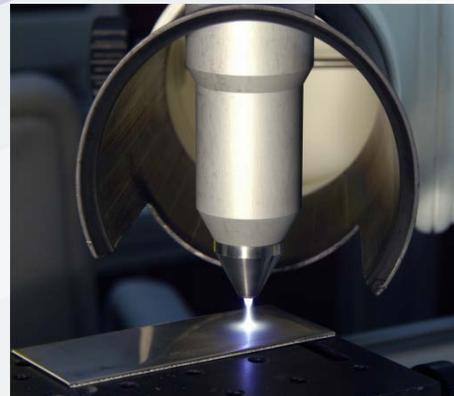
Glasbaukonstruktion



Mg-Druckguss



Plasmavorbehandlung



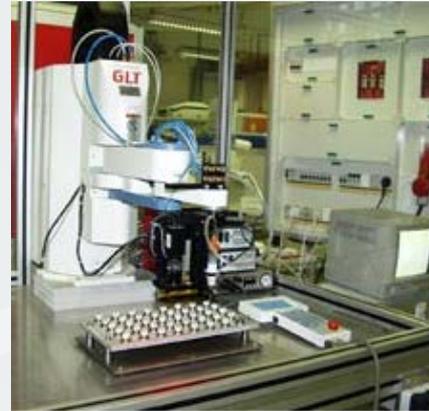
Laservorbehandlung



Gerätetechnische Ausstattung im Bereich Klebtechnik für

- Klebstoffauftrag und -härtung
- Prüfung Klebverbindungen
- Prüfung Alterungstests
- Simulation von Umweltbedingungen
- Oberflächencharakterisierung

Klebstoffdispenser



Zug- & Torsionsprüfung



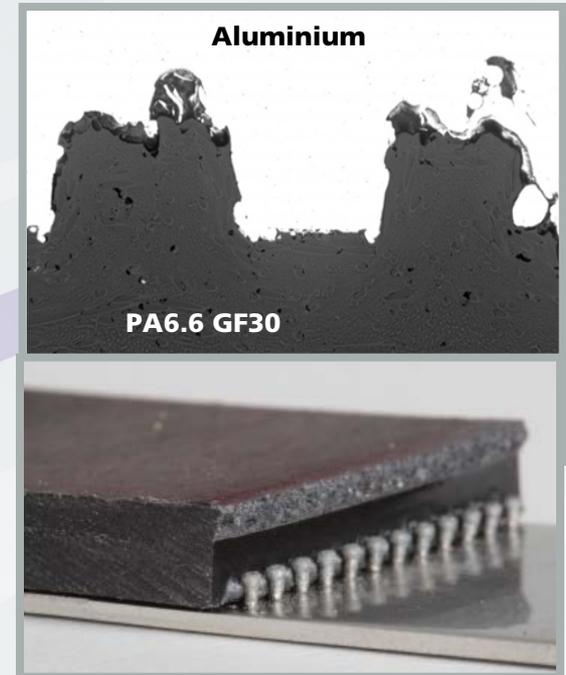
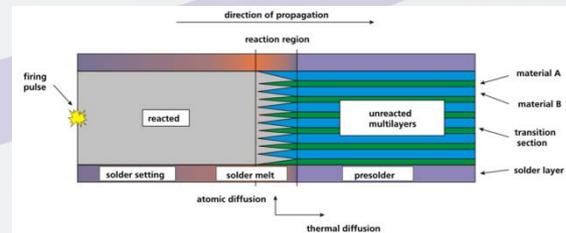
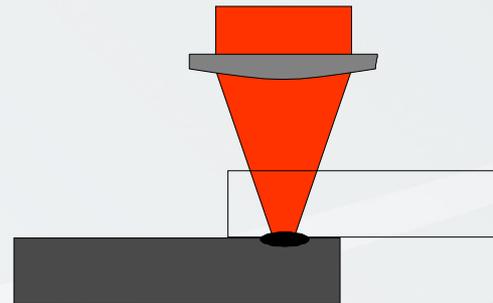
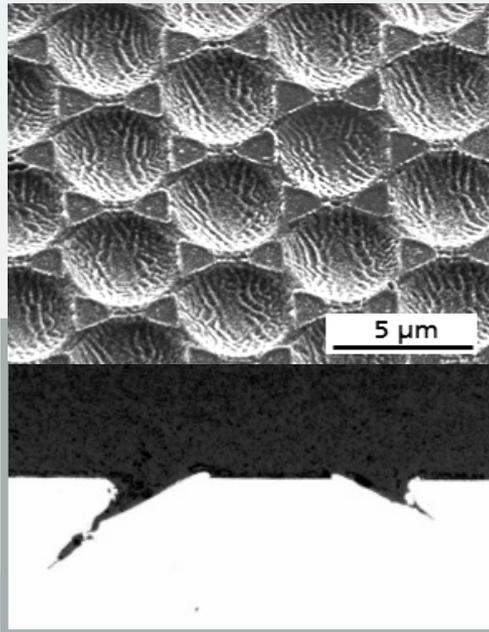
Salzsprühkammer



Kontaktwinkelmessung



Formschlüssige Metall-Polymer/FVK Verbindung mittels lokaler Laserbehandlung



**Laserstrukturieren
der
Metalloberfläche**

**Thermisches
Direktfügen mit
Druck/ Temperatur**

**Formschlüssige
Verbindung Metall
mit Polymer**