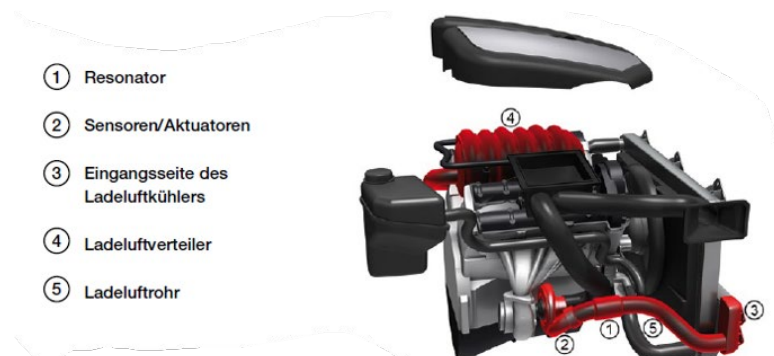




Sascha Vogtschmidt, M.Sc.

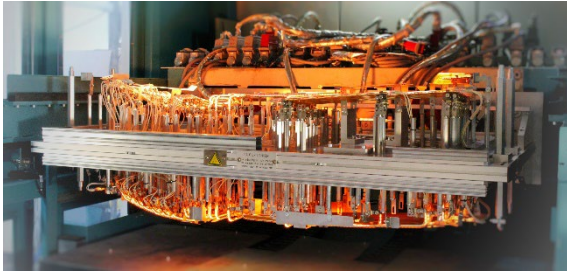
Schweißnahtkennwerte für die lebensdaueroptimierte Bauteilauslegung von hochtemperaturbeständigen Thermoplasten

Im Automobil werden metallische Bauteile zunehmend durch solche aus Kunststoff substituiert, um effizienten Leichtbau zu betreiben und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die Notwendigkeit, Gewicht einzusparen, besteht sowohl für Fahrzeuge mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren als auch für solche mit elektromotorischen Antrieben, da die Gewichtsersparnis in beiden Varianten für signifikant geringeren Roll-, Beschleunigungs- und Steigungswiderstand sorgt. Oftmals können die dazu eingesetzten Kunststoff-Bauteile, aufgrund von zunehmender Bauteilkomplexität, nicht in einem Prozessschritt hergestellt werden und müssen vermehrt geschweißt werden. Sowohl in den Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren als auch in den elektromotorisch angetriebenen bestehen identische Anforderungen an die Bauteil- bzw. Schweißnahtqualität. Dazu zählt neben der Bauteildichtigkeit und der hohen Schweißnahtfestigkeit vor allem die Temperaturbeständigkeit der Materialien, da diese hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Folglich wird in thermisch belasteten Bereichen vermehrt auf hochtemperaturbeständige Thermoplaste wie zum Beispiel Polyphthalamid (PPA) oder Polyphenylensulfid (PPS) zurückgegriffen.



Einsatzgebiete von Kunststoffbauteilen im Kfz-Motor (BASF)

Aufgrund der hohen Schmelzpunkte dieser Thermoplaste, treten in der aktuellen Serienfertigung bei mehrstufigen Schweißverfahren häufig Probleme infolge des Umstellprozesses auf. Durch den Umstellvorgang beim Infrarot- oder Warmgasstumpfschweißen kühlen die vorher erwärmten Fügezonen ab. Dieser Umstand kann besonders bei Hochtemperatur-Thermoplasten zu geringen Schweißnahtqualitäten führen.



Infrarotschweißen (bielomatik, links) und Warmgasstumpfschweißen (Dukane, rechts)

Aus diesem Grund wurden ausführliche Schweißuntersuchungen mit verschiedenen hochtemperaturbeständigen Thermoplasten im Rahmen des hier skizzierten Projekts durchgeführt. Im Fokus der Untersuchungen standen das Warmgasstumpf-, das Infrarot- und das Vibrationsschweißen mit Infrarotvorwärmung. Für das Warmgasstumpf- und das Infrarotschweißen erfolgten zunächst ausführliche Voruntersuchungen hinsichtlich der Materialplastifizierung, um möglichst schonend aufzuschmelzen und somit einer thermischen bzw. einer thermisch-oxidativen Degradation vorzubeugen. Es folgten Schweißuntersuchungen, bei denen die einzelnen Prozessparameter mit Hilfe von statistischer Versuchsplanung (CCD, d.h. zentral zusammengesetzter Versuchsplan) variiert und anhand von Kurzzeitzugfestigkeiten optimale Schweißparameter identifiziert wurden. Der Vergleich zwischen der Grundmaterial- und der Nahtcharakteristik bildet den Abschluss des ersten Projektbereichs.

Des Weiteren ist eine hochfeste und langfristig ausgelegte Fügeverbindung die Grundvoraussetzung für den Einsatz von Bauteilen aus Hochtemperatur-Thermoplasten (HT-TP) im Automobil. Eine Aussage über die Langzeiteigenschaften der HT-TP ist derzeit jedoch nicht, bzw. lediglich durch zeitaufwändige Voruntersuchungen, möglich. Aufgrund der speziellen Qualitätssicherungsanforderungen in der Automobilindustrie ist der Nachweis der Lebensdauer im Produktentstehungsprozess erforderlich. Da die Verwendung von Kurzzeitzugfestigkeiten zur langfristigen Auslegung von Bauteilen ein erhebliches Risiko darstellt, besteht die Notwendigkeit, ein Lebensdauermodell zu entwickeln. Mithilfe des Lebensdauermodells sollen dann geschweißte Bauteile aus hochtemperaturbeständigen Thermoplasten hinsichtlich der Langzeiteigenschaften und in Abhängigkeit unterschiedlicher Einflussfaktoren, in kurzer Zeit verlässlich beschreiben werden können. Die Entwicklung eines solchen Modells bildet den zweiten Teil des Forschungsvorhabens.

Danksagung

Wir danken der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) (IGF-Nr. 20984 N) für die finanzielle Förderung der Arbeiten, die aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) erfolgt. Zudem bedanken wir uns für die Unterstützung der Unternehmen aus dem projektbegleitenden Ausschuss.