

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Über dieses Projekt



Solid4E

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Anwendung: 

Material: Aluminium, Stahl, Sonstige (Kupfer), Sonstige (Alu-Kupfer-Verbund)

Dieses Projekt wird gefördert im Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

[Technologietransfer-Programm Leichtbau](#)

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Über dieses Projekt

Hintergrund

Elektrische Antriebssysteme stellen neue Anforderungen an Konstruktion und Fertigung. Das gilt besonders für Batteriemodulverbinder, Hochstromleitungen und kompakte E-Achsen. Diese Komponenten müssen elektrische, thermische und mechanische Anforderungen zugleich erfüllen und dabei material- und ressourceneffizient ausgelegt sein. Dafür kombinieren die Hersteller häufig Kupfer und Aluminium: Kupfer kommt vor allem in Bereichen hoher elektrischer Belastung zum Einsatz, Aluminium in Bereichen, in denen Gewicht reduziert werden sollen.

Die Verbindung dieser Werkstoffe ist jedoch anspruchsvoll. Bei schmelzbasierten Fügeverfahren können spröde intermetallische Phasen und Risse entstehen. Sie mindern die Festigkeit und verschlechtern die elektrische Leitfähigkeit. Auch können sie die Korrosionsneigung erhöhen.

Für Kupfer-Aluminium-Verbindungen fehlt zudem bislang eine belastbare Methode, um ihr Verhalten in der virtuellen Produktentwicklung sicher zu bewerten und auszulegen.

Ziel

Im Forschungsprojekt Solid4E schaffen die Forschenden die Grundlage dafür, Kupfer-Aluminium-Verbindungen in elektrischen Antriebskomponenten gezielt auslegen und verlässlich vorhersagen zu können. Dafür erfassen sie das Verhalten dieser Verbindungen und überführen die Ergebnisse in Simulationsmodelle für die virtuelle Produktentwicklung. So können Entwicklerinnen und Entwickler die Bauteile künftig früher und fundierter bewerten.

Gleichzeitig erarbeiten die Projektpartner Fertigungsrouten, die beide Werkstoffe ihrer Funktion entsprechend einsetzen: Kupfer dort, wo hohe elektrische oder thermische Leitfähigkeit entscheidend ist, Aluminium dort, wo sich Gewicht und Rohstoffe einsparen lassen. So schaffen sie die Voraussetzungen für robuste, ressourceneffiziente und industriell herstellbare Komponenten. Das ist besonders wichtig für E-Antriebssysteme, die Material sparsam einsetzen und im Betrieb dauerhaft hohen Anforderungen standhalten müssen.

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Über dieses Projekt

Vorgehen

Die Forschenden gliedern das Vorhaben in zwei parallele Spuren, die in einen Demonstrator für eine funktionsintegrierte E-Antriebsachse münden. Zum einen entsteht eine Prozessroute für hybride Batteriemodulverbinder und Hochstromleitungen. Dazu fügen die Partner einfache Kupfer- und Aluminiumhalbzeuge durch Reibschweißen. Beim Festphasenfügen schmelzen die Werkstoffe nicht vollständig auf. Danach formen sie die hybriden Rohlinge mit digitalen Freiformbiegeanlagen zu komplexeren Bauteilen um. Zugleich entwickelt das Team die nötigen Schweiß- und Umformanlagen und koppelt sie zu flexibel steuerbarem System.

Zum anderen erarbeiten die Partner eine Konstruktionsmethodik für hochintegrierte Leichtbaustrukturen der Antriebsachse. Dazu erfassen sie erstmals geometrische, fertigungstechnische und funktionale Freiheitsgrade der gesamten Wertschöpfungskette und nutzen sie für die Auslegung. Digitale Zwillinge bilden Bauteil und Fertigung virtuell ab. Die stochastische Topologieoptimierung nutzt Six Sigma zur Analyse und Minderung von Prozessstreuungen sowie Design of Experiments (DoE), die systematische Versuchsplanung. So lassen sich Prozessschwankungen berücksichtigen.

Ergänzend untersucht das Team, wie Fehlstellen wie Gusslunker, Poren und Einschlüsse spätere Fertigungsschritte beeinflussen.

Am Ende entstehen eine experimentell abgesicherte Qualitätssicherungsstrategie für die gesamte Prozesskette sowie ein virtuell und experimentell abgesichertes Betriebsfestigkeitsmodell.

Förderlaufzeit:

Förderkennzeichen: 03LB3069

Fördersumme: 4,8 Mio. EUR

Abschlussbericht:

**Weiterführende
Webseiten:**

[foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?
actionMode=view&fkz=03LB3069A](https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB3069A) - Solid4E im Förderkatalog des Bundes

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Projektkoordination

Ansprechperson:

Hr. Kevin Wagenhals

+49 711 685-60728

kevin.wagenhals@mpa.uni-stuttgart.de

Organisation:

Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 32
70569 Stuttgart Vaihingen
Baden-Württemberg
Deutschland

🌐 www.mpa.uni-stuttgart.de



Projektpartner



Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
Angebot	
Dienstleistungen & Beratung Aus- & Weiterbildung, Erprobung & Versuch, Konstruktion, Prototyping, Prüfung, Simulation, Technologietransfer	✓
Produkte Bauteile & Komponenten, Maschinen & Anlagen, Werkzeuge & Formen	✓
Technologiefeld	
Anlagenbau & Automatisierung Anlagenbau, Automatisierungstechnik, Robotik	✓
Design & Auslegung Fertigungsleichtbau, Hybride Strukturen, Konzeptleichtbau, Stoffleichtbau	✓
Funktionsintegration Medienleitung, Sonstige (Wärmeleitung, elektrische Leitfähigkeit)	✓
Mess-, Test- & Prüftechnik Komponenten- & Bauteilanalyse, Sichtanalyse (z. B. Mikroskopie, Metallographie), Werkstoffanalyse	✓
Modellierung & Simulation Lasten & Beanspruchung, Lebenszyklusanalysen, Optimierung, Prozesse, Werkstoffe & Materialien, Zuverlässigkeitsbewertung	✓
Verwertungstechnologien Recycling	✓

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
Fertigungsverfahren	
Additive Fertigung Sonstige (Reibschweißen und Rührreibschweißen)	✓
Bearbeiten und Trennen Bohren, Drehen, Fräsen	✓
<i>Beschichten (Oberflächentechnik)</i>	
<i>Faserverbundtechnik</i>	
Fügen Schweißen, Sonstige (Reibschweißen und Rührreibschweißen)	✓
Stoffeigenschaften ändern Sonstige (FSP (Friction Stir Processing))	✓
<i>Textiltechnik</i>	
<i>Umformen</i>	
Urformen Gießen	✓

Kupfer-Aluminium-Verbindungen sicher auslegen: Achse für elektronische Antriebe

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
Material	
<i>Biogene Werkstoffe</i>	
<i>Fasern</i>	
<i>Funktionale Werkstoffe</i>	
<i>Kunststoffe</i>	
Metalle	
Aluminium, Stahl, Sonstige (Kupfer)	✓
<i>Strukturkeramiken</i>	
<i>(Technische) Textilien</i>	
Verbundmaterialien	
Sonstige (Alu-Kupfer-Verbund)	✓
<i>Zellulare Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)</i>	