

Pressedienst Wissenschaft

7. Februar 2011

Leichter und billiger:

Aluminium statt Kupfer als Leitungsmaterial im Auto-Bordnetz

In Fahrzeugen aller Art spielen Elektrik und Elektronik eine stetig wachsende Rolle. Als Leitungsmaterial wird derzeit in der Regel Kupfer verwendet. Doch im Vergleich zu Aluminium ist Kupfer schwer und teuer. Vor allem für vollelektrische Fahrzeuge wäre der Umstieg auf das billigere und spezifisch leichtere Aluminium eine interessante Option. Deshalb steht jetzt auch die Optimierung des verzweigten Elektrobordnetzes im Fokus der Ingenieure. In Zusammenarbeit mit Forschern bei BMW haben Wissenschaftler der Technischen Universität München (TUM) nun herausgefunden, mit welchen Tricks es möglich ist, Kupfer durch Aluminium zu ersetzen.

Auf den ersten Blick ist es nicht nachvollziehbar, warum in modernen Kraftfahrzeugen mit (teil-) elektrischem Antrieb nach wie vor auf das Leitermaterial Kupfer gesetzt wird – obwohl Aluminium leichter und vor allem wesentlich kostengünstiger ist. Doch will man in der Elektrik Kupfer durch Aluminium ersetzen, muss man sich zunächst einigen technologischen Herausforderungen stellen. Vor allem bei höheren Temperaturen, wie sie auch im Auto an vielen Stellen auftreten, zeigt Aluminium ein deutliches Kriechen. Konventionelle Verbinder sind daher nicht einsetzbar, sie wären nicht dauerhaft.

Auch eine mögliche Alternative, der Einsatz aluminiumbasierter Elementen in den Kabeln und kupferbasierter Elemente in der Verbindungszone ist mit Schwierigkeiten behaftet. Da zwischen dem Kupferkontakt und dem Aluminiumkabel ein großes elektrochemisches Potenzial besteht, wären solche Kabel stark korrosionsgefährdet. Darüber hinaus ist das Fügen von Kupfer und Aluminium mit den heutigen Technologien relativ aufwändig. Um den genannten technologischen Schwierigkeiten entgegenzutreten, entwickelten Forscher der Lehrstühle für Hochspannungs- und Anlagentechnik sowie für Umformtechnik und Gießereiwesen in Kooperation mit BMW im Rahmen des Projekts LEIKO ein innovatives Kontaktierungskonzept auf Aluminiumbasis.

Ein Stahlblechkäfig, aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit ohnehin notwendig, übernimmt die mechanische Stabilisierung des Steckers und sorgt für die langzeitstabile Abstützung der Kontaktkraftfeder. Indem die notwendige Kontaktkraft nicht mehr durch die Kontaktelemente selbst aufgebracht wird, wandelt sich das ursprünglich problematische Kriechverhalten von Aluminium in eine Kontakt stabilisierende und damit positive Eigenschaft. Damit ist auch über eine Lebensdauer von zehn Jahren eine konstante Kontaktkraft gewährleistet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de

Die Forscher entwickelten dazu eine spezielle, keilförmige Geometrie für die Aluminiumkontakte. Das Kriechverhalten des Aluminiums führt nun dazu, dass sich die beiden Kontakte über die Laufzeit zunehmend anschmiegen und sich die elektrische Verbindung sogar noch verbessert. Durch den durchgängigen Einsatz von Aluminiumlegierungen und die geschickte Anordnung der Beschichtung mit edleren Metallen konnte außerdem die Bildung korrosionsträchtiger Lokalelemente auf unkritische Stellen im Gesamtaufbau verlagert werden.

Ein weiteres Problem bei Aluminium ist die geringere elektrische Leitfähigkeit. Besonders für Leistungsbordnetze müssen die um etwa 60 Prozent größeren Leitungsquerschnitte bei der Konstruktion von Kabelkanälen und Durchführungen berücksichtigt werden. Allerdings, so fanden die Forscher heraus, können die Richtwerte aus der Verarbeitung von Kupferkabeln, die die Biegeradien in Abhängigkeit zum Durchmesser setzen, für Aluminiumkabel verwendet werden, da Aluminium ebenfalls eine gute Biegsamkeit besitzt.

Um das Langzeitverhalten der beschichteten Aluminiumkontakte auch unter den widrigsten Kraftfahrzeug-typischen Umgebungseinflüssen bestimmen zu können, konnten die Projektpartner gemeinsam mit führenden Zulieferbetrieben ein weiteres Forschungsprojekt ins Leben rufen. Dieses von der Bayerischen Forschungstiftung (BFS) geförderte Projekt wird bis Juli 2012 eine Aussage über das Alterungsverhalten und damit die Einsatzzeitung des Konzepts treffen.

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Materialsubstitution erhebliche Gewichts-, Kosten- und letztlich auch Emissionsvorteile ermöglichen würde. "Wir rechnen damit, dass bis 2020 die Hochvoltbordnetze der meisten Elektrofahrzeuge auf Aluminium basieren. Auch in die Niedervoltbordnetze wird Aluminium Einzug halten, da der Kupferpreis mit zunehmender Nachfrage signifikant weiter steigen wird," sagt Professor Udo Lindemann vom Lehrstuhl für Produktentwicklung der TU München.

Eingebettet sind diese Projekte in die wissenschaftliche Arbeit des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs 768, Zyklusmanagement von Innovationsprozessen. Dieser bündelt Kompetenzen aus Informatik, Ingenieur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, um die an den Schnittstellen des Innovationsprozesses liegenden Herausforderungen gemeinsam mit Partnern aus der Industrie zu untersuchen. Ziel dieser Forschung ist es, aus einer interdisziplinären Sichtweise heraus industrierelevante Lösungen zum Umgang mit dynamischen Veränderungen sowohl des Unternehmensumfelds als auch der unternehmensinternen Prozesslandschaften zu erarbeiten.

Teil der Forschungsarbeit des SFB 768 ist ein studentisches Projekt zur Entwicklung eines elektrisch betriebenen Gokarts. Um die vielfältigen Herausforderungen des Innovationsmanagements unmittelbar mitzuerleben, führten die Studenten, ausgehend von einer

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de

Standardrahmenkonstruktion, den vollständige Entwicklungsprozess für alle Teilsysteme des Gesamtfahrzeugs durch. Auch die Ergebnisse des LEIKO-Projekts fließen hier ein – das gesamte Hochvoltbordnetz ist in Aluminium ausgeführt.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten sollen auch in das TUM-Elektrofahrzeug MUTE Einzug halten, das auf der IAA 2011 vorgestellt wird.

Publikation

Langer, S.; Lindemann, U.: Managing Cycles in Development Processes - Analysis and Classification of External Context Factors, in 17th International Conference on Engineering Design, M. N. Bergendahl, M. Grimheden, and L. Leifer, Eds. Stanford University, California, USA: Design Society, 2009, pp. 1-539 - 1-550

Kontakt

Prof. Dr. Udo Lindemann
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching, Germany
Tel.: +49 89 289 15130, Fax: -15144
E-Mail: sekretariat@pe.mw.tum.de
Internet: <http://www.pe.mw.tum.de>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 26.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de