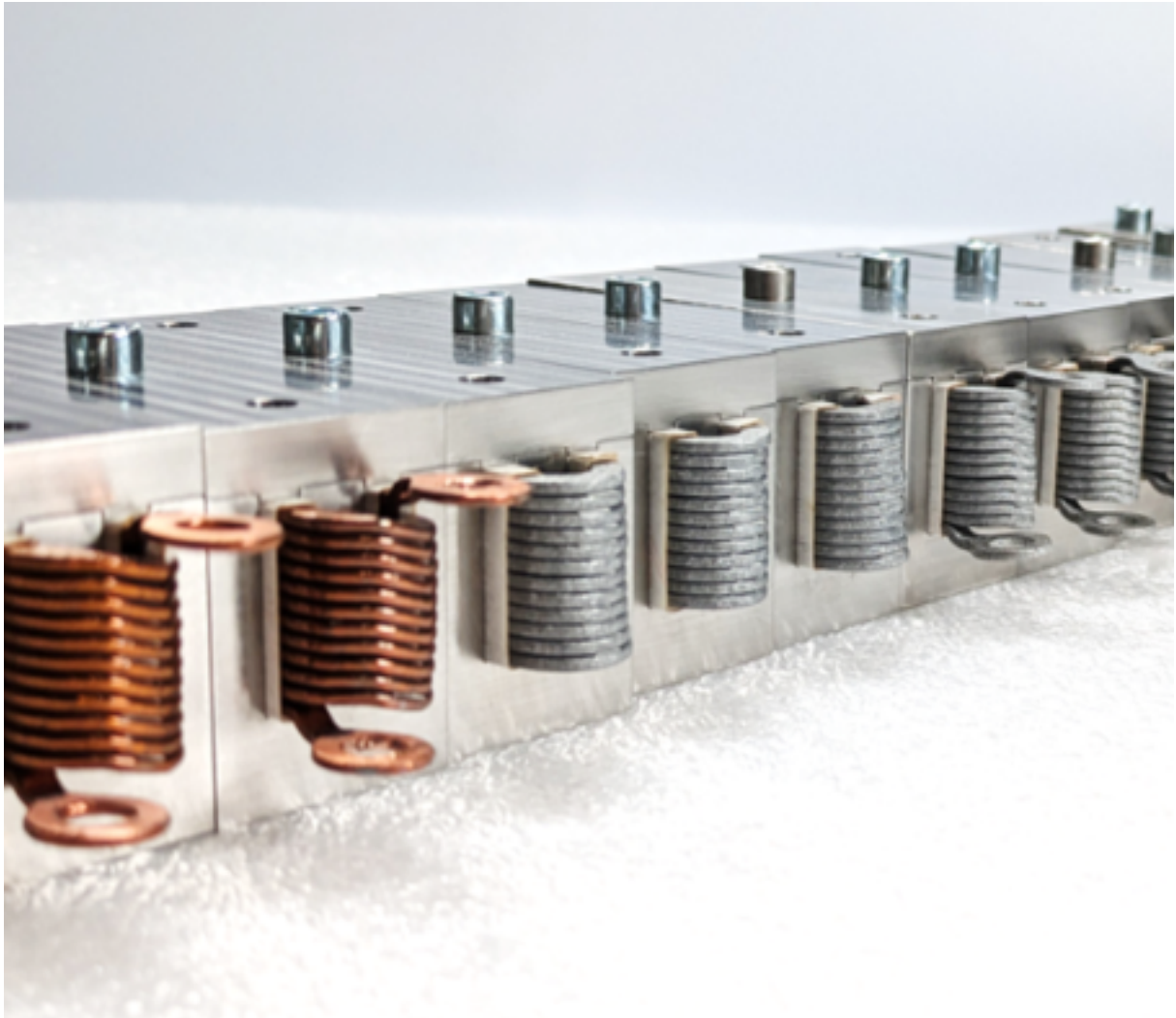


# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

## Über dieses Projekt



## KLIMA

### Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

Anwendung: 

Material: Aluminium, Sonstige (Kupfer)

# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

## Über dieses Projekt

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

[Technologietransfer-Programm Leichtbau](#)

## Hintergrund

Die Energiewende verändert die Anforderungen an elektrische Maschinen. Antriebe für Fahrzeuge, Industrieanlagen und die elektrische Luftfahrt sollen hohe Leistung liefern und dabei weniger Energie verlieren. Für mobile Anwendungen zählt zudem jedes Kilogramm Gewicht. Entscheidend ist deshalb die Leistungsdichte, also das Verhältnis von Leistung zu Masse.

Eine technische Grenze liegt in der Wicklung. Dort fließt der Strom durch Aluminium- oder Kupferleiter. Steigen Stromstärke oder Drehzahl, nimmt auch die Wärmeentwicklung in der Wicklung zu. Diese Wärme muss abgeführt werden. Heutige Isoliersysteme erschweren das. Sie bestehen aus mehreren Schichten: der Isolation direkt auf dem Leiter, weiteren Isolierlagen zwischen Bauteilen und einer Imprägnierung, die Hohlräume füllt. Meist kommen polymere Lacke, Folien und Harze zum Einsatz. Sie isolieren elektrisch zuverlässig, leiten Wärme aber nur schwach. Dadurch entstehen Temperaturunterschiede in der Wicklung und besonders heiße Bereiche an den Wicklungsköpfen.

Die Erwärmung begrenzt, wie hoch Strombelastung, Drehzahl und Dauerleistung ausgelegt werden können. Für höhere Leistungsdichten braucht es daher ein Isoliersystem, das die Leiter elektrisch sicher schützt und Wärme wirksamer aus der Wicklung ableitet.

# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

## Über dieses Projekt

### Ziel

Im Forschungsprojekt KLIMA entwickeln die Projektpartner eine keramikähnliche Isolation aus Aluminiumoxid für Aluminium- und Kupferleiter. Aluminiumoxid ist ein anorganischer Werkstoff, der temperaturstabil ist und Wärme besser überträgt als die bisher eingesetzten Lackschichten. Die neue Leiterisolation verbindet damit zwei zentrale Anforderungen: Sie schützt die Leiter elektrisch und verbessert zugleich die Wärmeabfuhr aus der Wicklung.

Das Projektteam richtet die Beschichtung auf hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit aus. Dieser Wert beschreibt, welche Spannung eine Isolation aushält, bevor sie versagt. Zugleich streben die Forschenden eine Temperaturstabilität von mindestens 300 Grad Celsius an.

Für Formspulwicklungen, also vorgeformte Spulen in elektrischen Maschinen, liegt das Ziel bei einer Leistungsdichtesteigerung von mehr als 30 Prozent. Damit lässt sich die Aktivteilmasse reduzieren. Dazu zählen die Bauteile, die das elektromagnetische Feld erzeugen oder führen, etwa Leiter und Elektrobleche. Weniger Aktivmaterial senkt den Ressourcenbedarf. Der Verzicht auf organische Bestandteile in der Leiterisolation erleichtert außerdem die spätere Verwertung.

### Vorgehen

Die Projektpartner verbinden Simulation, Beschichtung und Prüfung. Zunächst berechnet das Team das thermische und elektrische Verhalten der neuen Isolation. Auf dieser Grundlage fertigen die Partner Versuchsmuster aus Aluminium- und Kupferleitern sowie Muster für weitere Aktivteilkomponenten elektrischer Maschinen.

Die Beschichtung erfolgt elektrochemisch. Bei Aluminiumleitern nutzen die Forschenden die Anodisierung. Dabei entsteht durch gezielte Oxidation der Oberfläche eine elektrisch isolierende Aluminiumoxidschicht. Bei Kupferleitern wählen die Partner einen zusätzlichen Schritt. Sie bringen zunächst Aluminium auf den Kupferdraht auf und oxidieren diese Zwischenschicht anschließend. Außerdem prüfen sie, ob sich das Verfahren auf Elektroblechpakete und Läuferstäbe von Asynchronmaschinen übertragen lässt.

Die beschichteten Muster testen die Forschenden in Motoretten, also Teilkomponenten elektrischer Maschinen. Dort untersuchen sie das Verhalten der Wicklungsisolation unter künstlicher Alterung sowie unter thermischer, elektrischer, umgebungsbedingter und mechanischer Belastung. Die Messergebnisse fließen in die Optimierung des Beschichtungsprozesses ein. Abschließend bewertet das Team an einem Demonstrator, wie sich das neue Isoliersystem auf Leistungsdichte, Materialeinsatz und Ressourceneffizienz auswirkt.

# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

## Über dieses Projekt



Förderlaufzeit:

Förderkennzeichen: 03LB3104

Fördersumme: 1,9 Mio. EUR

Abschlussbericht:

Weiterführende  
Webseiten:

[foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB3104A](https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB3104A) - KLIMA im Förderkatalog des Bundes  
[www.htw-dresden.de/news/neues-isoliersystem-fuer-sparsamere-elektromotoren](https://www.htw-dresden.de/news/neues-isoliersystem-fuer-sparsamere-elektromotoren) - Projektwebseite der HTW Dresden

# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

## Projektkoordination

### Ansprechperson:

Hr. Dr. Jakob Jung

+49 173 3061 310

[jakob.jung@additive-drives.de](mailto:jakob.jung@additive-drives.de)

### Organisation:

Additive Drives GmbH

Pforzheimer Straße 7a  
01189 Dresden  
Sachsen  
Deutschland

🌐 [www.additive-drives.de](http://www.additive-drives.de)



## Projektpartner



wieland



HOCHSCHULE FÜR  
TECHNIK UND WIRTSCHAFT  
DRESDEN  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Fischer**  
OBERFLÄCHENTECHNIK FÜR DIE FEINMECHANIK

wieland

## Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

| Einordnung in den Leichtbau                                                                 |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                             | Realisierung |
| <b>Angebot</b>                                                                              |              |
| <b>Dienstleistungen &amp; Beratung</b><br>Konstruktion                                      | ✓            |
| <b>Produkte</b><br>Bauteile & Komponenten                                                   | ✓            |
| <b>Technologiefeld</b>                                                                      |              |
| <i>Anlagenbau &amp; Automatisierung</i>                                                     |              |
| <b>Design &amp; Auslegung</b><br>Fertigungsleichtbau, Stoffleichtbau                        | ✓            |
| <b>Funktionsintegration</b><br>Thermische Aktivierung                                       | ✓            |
| <b>Mess-, Test- &amp; Prüftechnik</b><br>Komponenten- & Bauteilanalyse,<br>Werkstoffanalyse | ✓            |
| <b>Modellierung &amp; Simulation</b><br>Werkstoffe & Materialien                            | ✓            |
| <i>Verwertungstechnologien</i>                                                              |              |

# Keramikähnliche Leiterisolation aus Aluminiumoxid: Wärme aus der Wicklung abführen

| Einordnung in den Leichtbau                                                              |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                          | Realisierung |
| <b>Fertigungsverfahren</b>                                                               |              |
| <b>Additive Fertigung</b><br>3D-Druck, Sonstige (Elektrochemisches Auftragen, Wicklung)  | ✓            |
| <i>Bearbeiten und Trennen</i>                                                            |              |
| <b>Beschichten (Oberflächentechnik)</b><br>Galvanisieren, Sputtern, Sonstige (Eloxieren) | ✓            |
| <i>Faserverbundtechnik</i>                                                               |              |
| <i>Fügen</i>                                                                             |              |
| <b>Stoffeigenschaften ändern</b><br>Sonstige (elektrochemisch)                           | ✓            |
| <i>Textiltechnik</i>                                                                     |              |
| <i>Umformen</i>                                                                          |              |
| <i>Urformen</i>                                                                          |              |
| <b>Material</b>                                                                          |              |
| <i>Biogene Werkstoffe</i>                                                                |              |
| <i>Fasern</i>                                                                            |              |
| <i>Funktionale Werkstoffe</i>                                                            |              |
| <i>Kunststoffe</i>                                                                       |              |
| <b>Metalle</b><br>Aluminium, Sonstige (Kupfer)                                           | ✓            |
| <i>Strukturkeramiken</i>                                                                 |              |
| <i>(Technische) Textilien</i>                                                            |              |
| <i>Verbundmaterialien</i>                                                                |              |
| <i>Zelluläre Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)</i>                                           |              |