

# PTC-Werkstoffe für Hochvoltheizer-Systeme in Elektrofahrzeugen

Dr. Christian Molin, Florian Hortmann, Dr. Sebastian Stark, Ludwig Georg Kretschmann, Dr. Manfred Fries, Dr. Sylvia Gebhardt

Keramische Kaltleiter (Thermistor- oder PTC-Werkstoffe; PTC engl.: positive temperature coefficient) zeigen mit steigender Temperatur einen sprunghaften Anstieg des elektrischen Widerstands. Sie kommen als Überstromschutz, Temperatursensoren oder in PTC-Heizern zum Einsatz. In batterieelektrischen Fahrzeugen können PTC-Komponenten sowohl als Luftheizer als auch zur Temperierung von Batterien genutzt werden. Somit können neben der Klimatisierung des Innenraums auch die Lebensdauer der Batterie und die Reichweite des Fahrzeugs verbessert werden. Für Anwendungen in schweren Nutzfahrzeugen wird eine Erhöhung der Bordnetzspannung von 800 V bis hin zu Hochspannung angestrebt, da hier in der Regel höhere Leistungen erforderlich sind. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die PTC-Bauteile, insbesondere an ihre Durchbruchspannung.

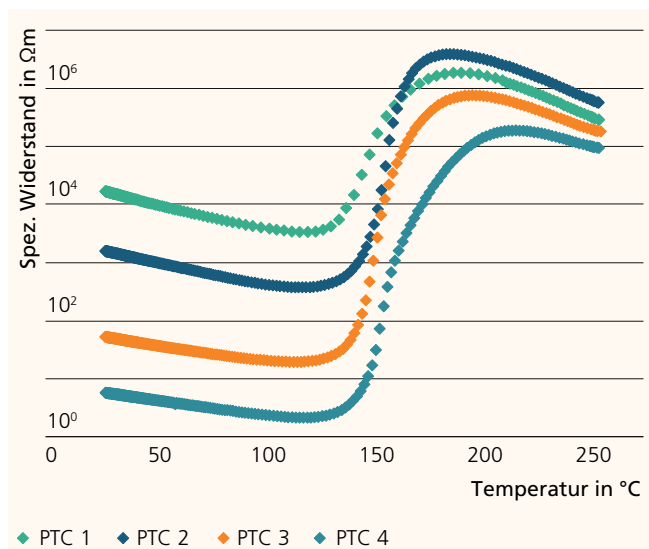


Abb. 1: Temperaturabhängiger Verlauf des spezifischen Widerstands für verschiedene PTC-Werkstoffe.

Passend zu diesen Anforderungen betreibt das Fraunhofer IKTS die werkstoffphysikalische Erforschung von Bariumtitanat ( $\text{BaTiO}_3$ )-basierten Werkstoffen sowie die Pulver- und Technologieentwicklung zur Herstellung von Bauteil-Prototypen aus

PTC-Keramik. Über gezielte Modifikation des Werkstoffs lassen sich beispielsweise die Anwendungs- oder Sprungtemperatur sowie die Steilheit und die Höhe des Widerstandssprungs einstellen (Abb. 1). Auch die Grundleitfähigkeit kann gezielt verändert werden, um Leistungsdichte und Eigenerwärmung zu begrenzen. Die Einstellung der Werkstoffeigenschaften erfolgt über eine Anpassung der chemischen Zusammensetzung sowie über eine Variation verschiedener Prozessgrößen bei der Pulveraufbereitung oder der Wärmebehandlung zur Steuerung der Korngröße im Bauteil.

## Erhöhung der Durchbruchspannung

Die Durchbruchspannung von PTC-Komponenten bezeichnet die elektrische Spannung, bei der der elektrische Widerstand abrupt abnimmt, was zu einem starken Anstieg des Stroms und damit zum Überhitzen und Versagen der Komponente führt. Für höhere Bordnetzspannungen muss daher auch die Durchbruchspannung der PTC-Komponente erhöht werden. Dies kann beispielsweise durch eine Erhöhung der Komponentendicke erreicht werden, was aber eine Verschlechterung der Wärmeabgabe und ein höheres Gewicht zur Folge hat. Durch eine Veränderung der Werkstoffzusammensetzung sowie eine gezielte Anpassung des Herstellungsprozesses konnte die Durchbruchfeldstärke deutlich von 560 V/mm auf 1100 V/mm erhöht werden. Dies bedeutet, dass entweder die Betriebsspannung bei konstanter Komponentendicke verdoppelt oder die Komponentendicke bei konstanter Betriebsspannung halbiert werden kann. Aktuelle Entwicklungen am Fraunhofer IKTS zielen auf PTC-Bauteildicken von 2 mm ab.

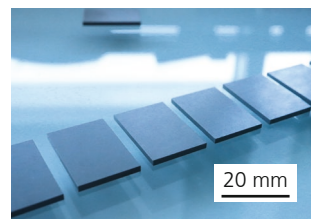


Abb. 2: PTC-Komponenten.

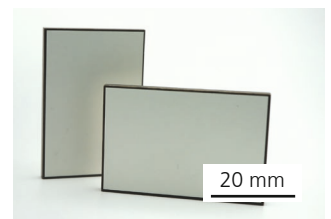


Abb. 3: PTC-Komponenten mit Metallisierung.

## Danksagung

Das in diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 01MV22002A gefördert.

Gefördert durch:  
  
 aufgrund eines Beschlusses  
 des Deutschen Bundestages