

## PTC-3D: Bleifreie PTC-Heizer aus dem 3D-Drucker

Dr. Arno Görne, Dr. Henry Barth, Dr. Lars Rebenklau,  
Dipl.-Ing. Eric Schwarzer-Fischer

PTC-Heizer sind elektrische Heizelemente mit einer Keramik als Herzstück, die sich selbst gegen das Überhitzen regeln. Sie werden vor allem als Luft- und Flüssigheizer in Elektroautos eingesetzt. Darüber hinaus können sie aber auch Batterien temperieren, Überstromschutz liefern oder als Temperatursensoren verwendet werden. Am Fraunhofer IKTS wurden Hochvoltheizer sowie bleifreie PTC-Keramiken mit Sprungtemperaturen von 180 °C entwickelt. Dabei wurden sowohl die elektrische Kontaktierung als auch die elektrische Isolation bei Betriebsspannungen bis 1000 V DC mit betrachtet.

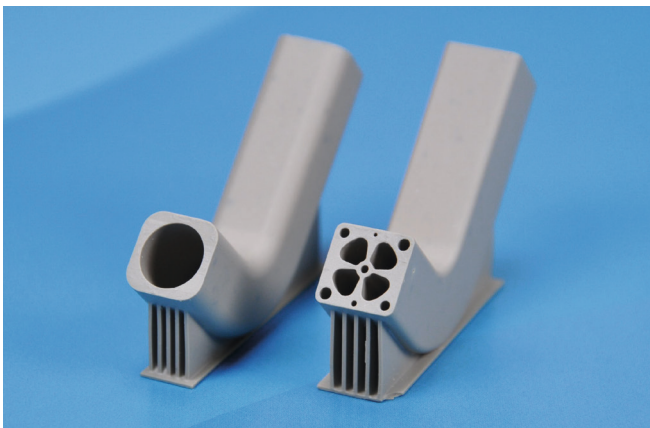


Abb. 1: Bleifreie PTC-Heizer aus dem 3D-Drucker.

Die Formen und Einsatzmöglichkeiten von PTCs sind bislang durch den Herstellungsprozess (Pressen, Extrusion) eingeschränkt. Zudem werden üblicherweise Wärmetauscher aus Aluminium an sie angesetzt. Im Projekt PTC-3D wurde die additive Fertigung bleifreier PTC-Heizer mit der hochauflösenden Vat-Photopolymerisation entwickelt. Die 3D-Drucktechnologie erlaubt die Herstellung hochpräziser, komplexer Keramikbauteile für Anwendungen in Medizin und Industrie bei einer Skalierbarkeit bis zur industriellen Serienproduktion. Dies ermöglicht verkürzte Entwicklungszyklen und eine schnelle Markteinführung, da das Verfahren ohne teure Werkzeuge auskommt und eine hohe Flexibilität bietet. Es wurden PTC-Strukturen basierend auf Bariumtitanat gedruckt (Abb. 1). Sowohl einfache als auch komplexe, mehrstrangige Winkelrohre wurden realisiert. Neben dem 3D-Druck steckt das Know-how insbesondere im Entbinder- und Sinterprozess.

Der für die additive Fertigung nötige erhöhte Bindergehalt muss komplett ausgebrannt werden, wobei die komplexe Form den Stoffabtransport limitiert. Gleichzeitig muss die Hochleistungskeramik bei 1300 °C dicht sintern, um die gewünschten elektrischen Kennwerte zu erreichen.

Die 3D-gedruckten PTC-Heizer zeigen exzellente Heizeigenschaften (Abb. 2a/b). Der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur ist gering, im Heizbetrieb steigt er aber oberhalb von 100 °C rasant auf das 10 000-fache an. Damit verhindert er sein eigenes Überhitzen unter Spannung. Die Winkelrohre können bis mindestens 200 V betrieben werden und heizen sich bei passiver Konvektion auf 150 °C auf. Im nächsten Entwicklungsschritt sollen die Winkelrohre aktiv gekühlt werden. Als Kühlmedium kommen Flüssigkeiten und Gase in Betracht.

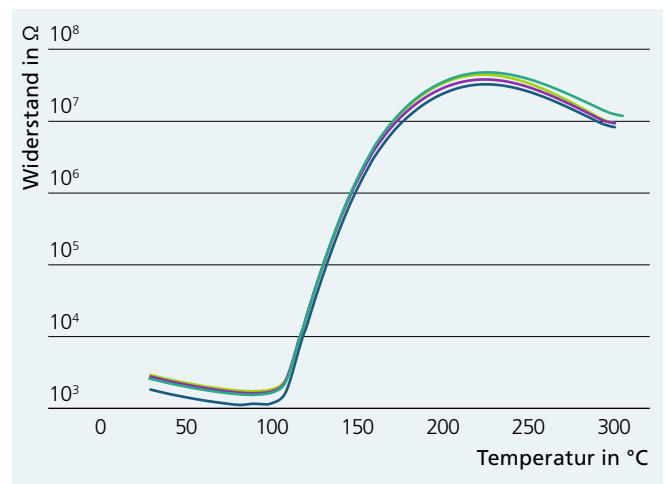


Abb. 2a: Der Widerstand der 3D-gedruckten Rohre steigt oberhalb von 100 °C mehr als 10 000-fach an (vier separate Proben).

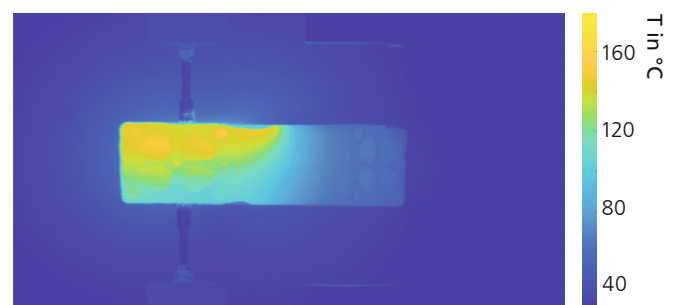


Abb. 2b: Wärmebildaufnahme des Rohrs bei 200 V.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

Das Fraunhofer IKTS arbeitet aktuell an der weiteren Verbesserung dieser Keramiken. Das betrifft den Einsatz von bleifreien Werkstoffen für Temperaturen von 180 °C, das Design neuer Formen, die Kontaktierung und die Integration dieser Bauteile in Geräte und Systeme. Dazu suchen wir Partner aus Industrie und Forschung, um in Kooperation die Kommerzialisierung der additiv gefertigten PTC-Heizer zu begleiten.