

Entwicklung von hochwärmeleitfähigen Polymer-Compounds

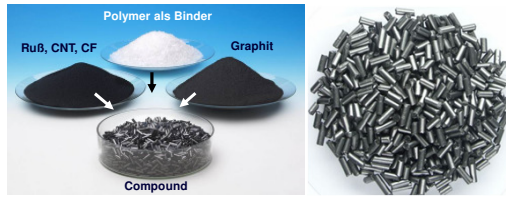
M. Grundler*, T. Reich, T. Derieth, A. Heinzel

Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) GmbH, Duisburg
(* m.grundler@zbt-duisburg.de)

Einleitung

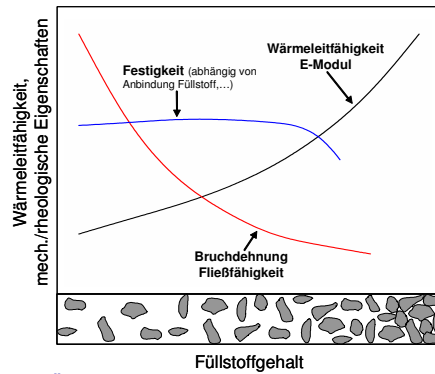
Hoch thermisch leitfähige Compounds für Entwärmungsaufgaben:

- Wärmeleitfähigkeiten bis zu 38 W/mK
- Korrosionsstabil
- Temperaturstabil
- Thermoplastische Matrix (PP, PA6, PPS)
- Verarbeitung im Spritzgießverfahren



Rohstoffe & hochwärmeleitfähiges Compound

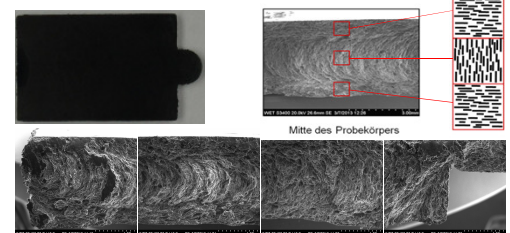
Materialeigenschaften



Änderung der Materialeigenschaften mit steigendem Füllstoffanteil
(Quelle: reproduziert aus Diss. S. Amesöder, LKT 2009)

Füllstofforientierung

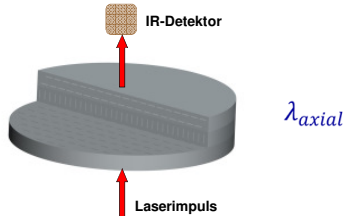
Der Spritzgießprozess führt zu einer strömungsinduzierten Orientierung der Füllstoffpartikel und somit zur Ausbildung einer anisotropen Schichtstruktur, die auch die Wärmeleitfähigkeit der Bauteile signifikant beeinflusst.



Anguss l = 10 mm l = 30 mm l = 38 mm

Laser Flash-Verfahren

Beim Aufheizen der Probe mit einem kurzzeitigen Laserimpuls wird der Temperaturanstieg auf der Probenrückseite mittels eines Infrarot-Detektors aufgezeichnet. Aus der gemessenen Temperaturleitfähigkeit wird die Wärmeleitfähigkeit der Probe berechnet. DIN EN ISO 22007-4.



Laser-Flash-Verfahren & Wärmefluss

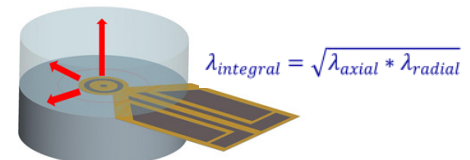
Verwendete Füllstoffe

Material	Morphologie	D90-Wert
A1	Expandierter Graphit	100 µm*
A2	Expandierter Graphit	68 – 86 µm*
B1	Sphärischer Graphit	48 – 65 µm*
B2	Sphärischer Graphit	86% < 150 µm**
C1	Schieferförmiger Graphit	9 – 15,5 µm*
C2	Schieferförmiger Graphit	53 - 67 µm*
C3	Schieferförmiger Graphit	82 µm*
D	Graphen-Nano-Platelets	25 µm

* Bestimmung mittels Laserbeugung
** Bestimmung mittels Sieben

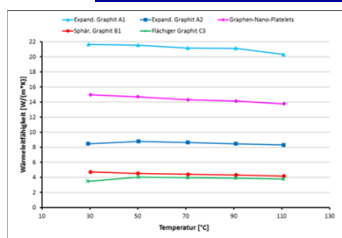
Hot Disk-Verfahren

Die instationäre Messmethode erfolgt durch Erzeugen eines Heizimpulses bei gleichzeitiger Aufnahme des Verlaufs der Temperaturänderung über der Zeit. Der Heizimpuls wird durch einen Sensor (Heizelement und Temperatfühler) erzeugt, der sich in der Messanordnung zwischen zwei identischen Probekörpern befindet. DIN EN ISO 22007-2.



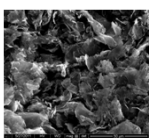
Hot-Disk-Verfahren & Wärmefluss

Wärmeleitfähigkeitsmessung (Laser-Flash)

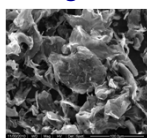


Wärmeleitfähigkeit verschiedener Graphittypen in Polypropylen, Füllstoffanteil 70 Gew% (49 Vol%)

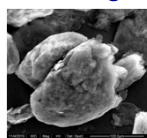
Die Auswahl der Füllstoffe und die Morphologie der Füllstoffpartikel zeigt einen signifikanten Einfluss auf die erzielbare Wärmeleitfähigkeit. Multimodale Compounds, die neben der Hauptfüllstoffkomponente Graphit zusätzliche Füllstoffe, wie Alu- bzw. Kupferpartikel enthalten, zeigen eine deutliche Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit.



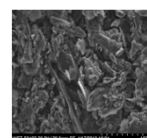
Graphen-Nano-Platelets



Expandierter Graphit

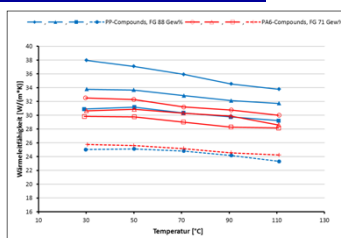


Sphärischer Graphit

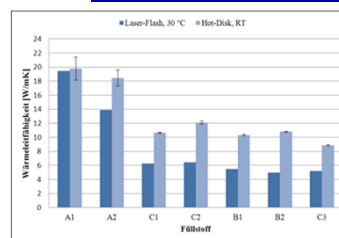


Schieferförmiger Graphit

Wärmeleitfähigkeit hochgefüllter multimodaler Compounds, (Graphit & Metallpartikel)

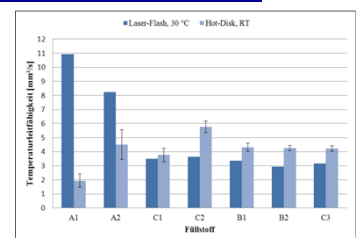


Gegenüberstellung Laser-Flash & Hot-Disk

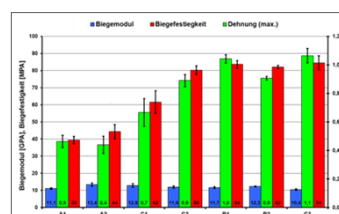


Wärmeleitfähigkeit

Das verwendete Messverfahren zeigt einen deutlichen Einfluss auf die ermittelten thermischen Materialeigenschaften und muss bei der Charakterisierung besonders beachtet werden.
→ Detailliertere Angabe zur Wärmeleitfähigkeit in Materialdatenblättern sind notwendig (λ_{axial} , λ_{radial} , $\lambda_{integral}$).



Temperaturleitfähigkeit



Mechanische Materialeigenschaften

Einfluss der Graphittypen:

- ähnliche Biegemodule
- Biegefestigkeit der Compounds mit expandiertem Graphiten am niedrigsten
- Analoges gilt für die max. Dehnung