



Hohe Wärmeleitfähigkeit für elektrisch isolierende Kunststoffe

Prof. Dr. rer. nat. Rainer Dahlmann, Dipl.-Ing. (FH) Michèle Marson-Pahle
Leoben 09.04.2019

IKV – Zahlen und Fakten

- 1950 von Industrie und Handwerk gegründet und seither getragen durch eine Fördervereinigung, Angliederung an die RWTH Aachen University
- Führendes Institut im Bereich der Kunststofftechnik
- 330 Mitarbeiter (80 Wissenschaftler, 50 technisch/administrative Mitarbeiter und 200 studentische Hilfskräfte)
- Schnell und flexibel durch rechtliche Selbstständigkeit, aber als An-Institut in das RWTH-Netzwerk und seine Infrastruktur eingebunden



IKV-Wissenschaftler auf Exkursion

Zentrum für Kunststoffanalyse und -prüfung (KAP)

Werkstoffdaten/ Produkterprobung

- Simulationskennwerte
- Werkstoffqualifikation
- Chargenprüfung
- Umgebungseinflüsse
- Alterung/Lebensdauer
- Bauteilversuche



Fehler- und Schadensanalyse

- Fehlerpotentialanalyse
- Ursachenermittlung
- Abhilfemaßnahmen
- Schadensbewertung
- Stellungnahmen/ Gutachten



Oberflächentechnik

- Funktionalisierung durch Plasmen
- Modifizierung/Beschichtung
- Oberflächenanalyse
- Prozessanalyse
- Prozess- und Anlagenentwicklung



Qualitätssicherung

- Sicherung der Produktqualität
- Entwicklung und Prüfung von Spezifikationen
- Entwicklung von Wareneingangsprüfungen



Inhalt

- Vorstellung
- Methoden zur Messung der Wärmeleitfähigkeit
- Wärmeleitfähigkeitsmessung elektrisch isolierender Kunststoffe
 - Warum Kunststoffe?
 - Stand der Technik
 - Optimierung der Kunststoffe durch Variation der Füllstoffe
 - Ausgewählte Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick



Möglichkeiten Wärmeleitfähigkeit zu ermitteln im IKV

		Platte/Platte (Mergenthaler)	Transient Plane Source Method (HotDisk)	LFA (HyperFlash, Netzsch)	Heizdraht (pvT100, SWO Polymertechnik)
Temperaturbereich [°C]		10 bis 120	10 bis zu 170 (900)	10 bis 500	30 bis 280
Messbare Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)]		0,1 bis 3	0,05 bis 2	0,03 bis 2000	0,1 bis 1,0
Probengeometrie	Länge x Breite [mm]	Durchmesser/Quadrat: 100	Durchmesser/Quadrat: ca. 40	Durchmesser oder Quadrat: 6/8/10/12,7/25,4	Granulat
	Dicke [mm]	4 bis 15	0,02 bis 6	1 bis max. 3	
Norm		DIN EN 12664	DIN EN ISO 22007-2	DIN EN ISO 22007-4	ISO 22007-1

Hohe Wärmeleitfähigkeit für elektrisch isolierende Kunststoffe

- Vorteile von technischen Kunststoffbauteilen:

- Hohe Designfreiheit
- Geringe Dichte
- Elektrische Isolation
- Korrosionsbeständigkeit
- Geringe Stückkosten

- Anforderungen:

- Hohe Wärmeleitfähigkeit
- Elektrische Isolation
- Geringe Materialkosten
- Leichte Verarbeitung
- Keine Material-Versprödung

- Herausforderung:

- Hoher Füllstoffanteil ist für hohe Wärmeleitfähigkeit notwendig

- Anwendungsbereich für wärmeleitende Kunststoffe:

- LED Lichtsysteme
- Elektronik Sektor
- Elektromobilität



- Ableiten der Wärme von der Wärmequelle auf engstem Raum



- Elektrische Isolation
- Korrosionsbeständigkeit
- Freie Produktgestaltung bei geringen Stückkosten



Herstellung und Verarbeitung von wärmeleitenden Kunststoffmischungen mit Füllstoffen

Compoundier-Prozess



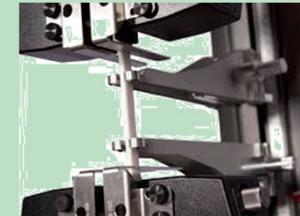
- + PA6
- + Füllstoffe

Spritzgieß-Prozess



- Prüfkörperherstellung (Schulterstäbe, Schlagzähigkeitsprüfkörper)
- Fließspiraltest

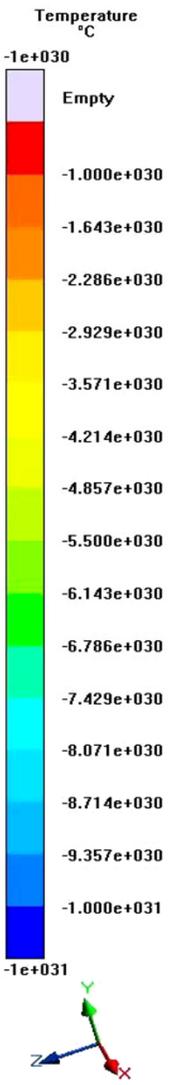
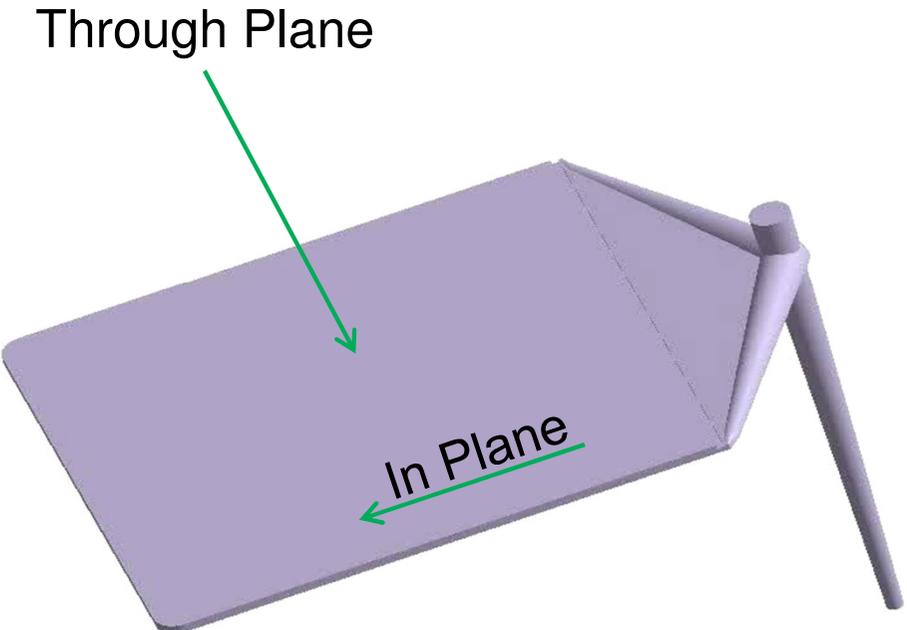
Analysen/Prüfungen



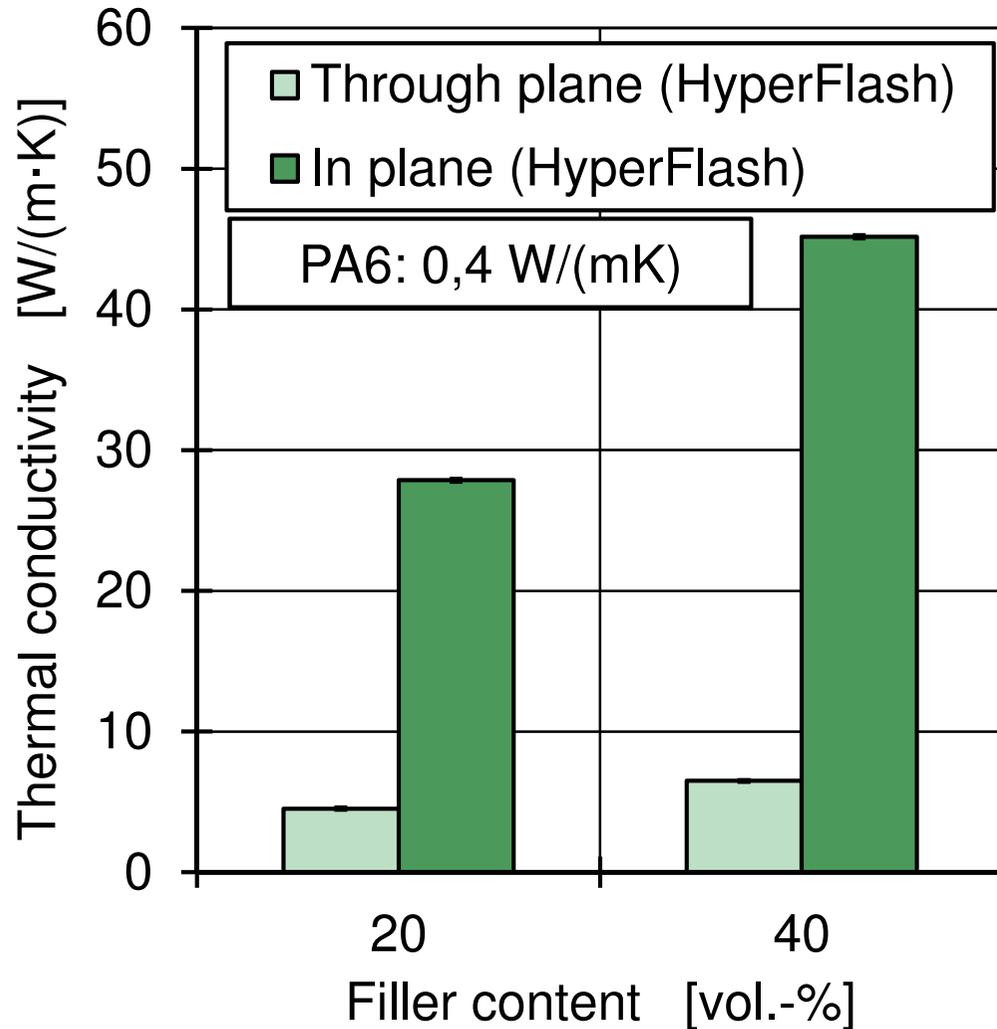
- Mechanische Prüfung
- Wärmeleitfähigkeit
- etc.



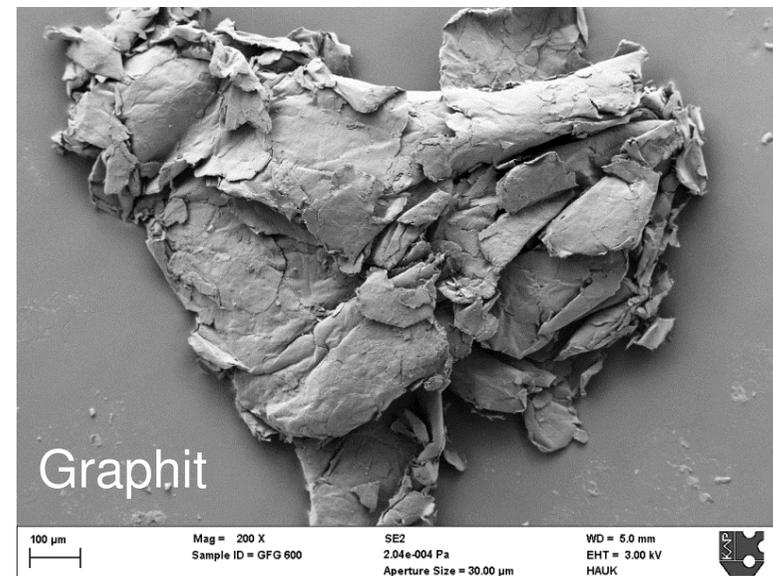
Beispiel: Füllsimulation einer Platte



Richtungsabhängige Wärmeleitfähigkeit (HyperFlash) von Graphit gefülltem PA6



- PA6 gefüllt mit Graphit:
- Gute Wärmeleitfähigkeit
 - Ggf. elektrisch leitend



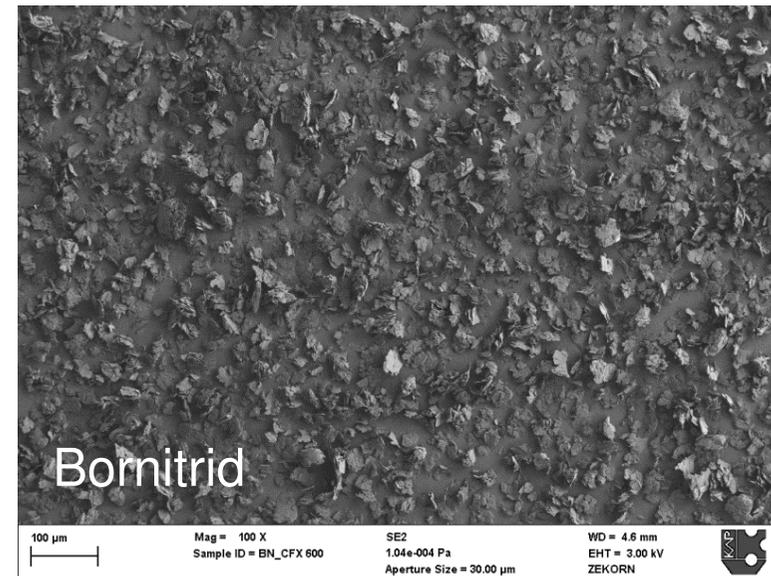
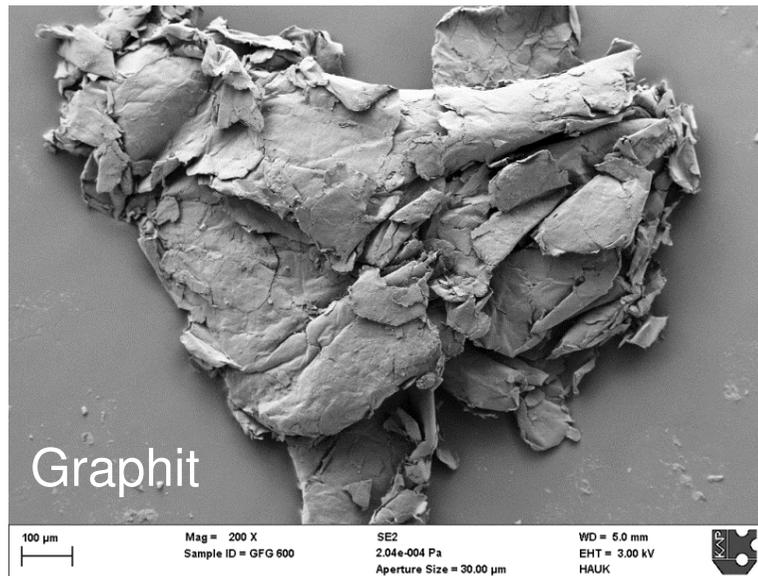
Füllstoffe zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffs

PA6 gefüllt mit Graphit (häufig):

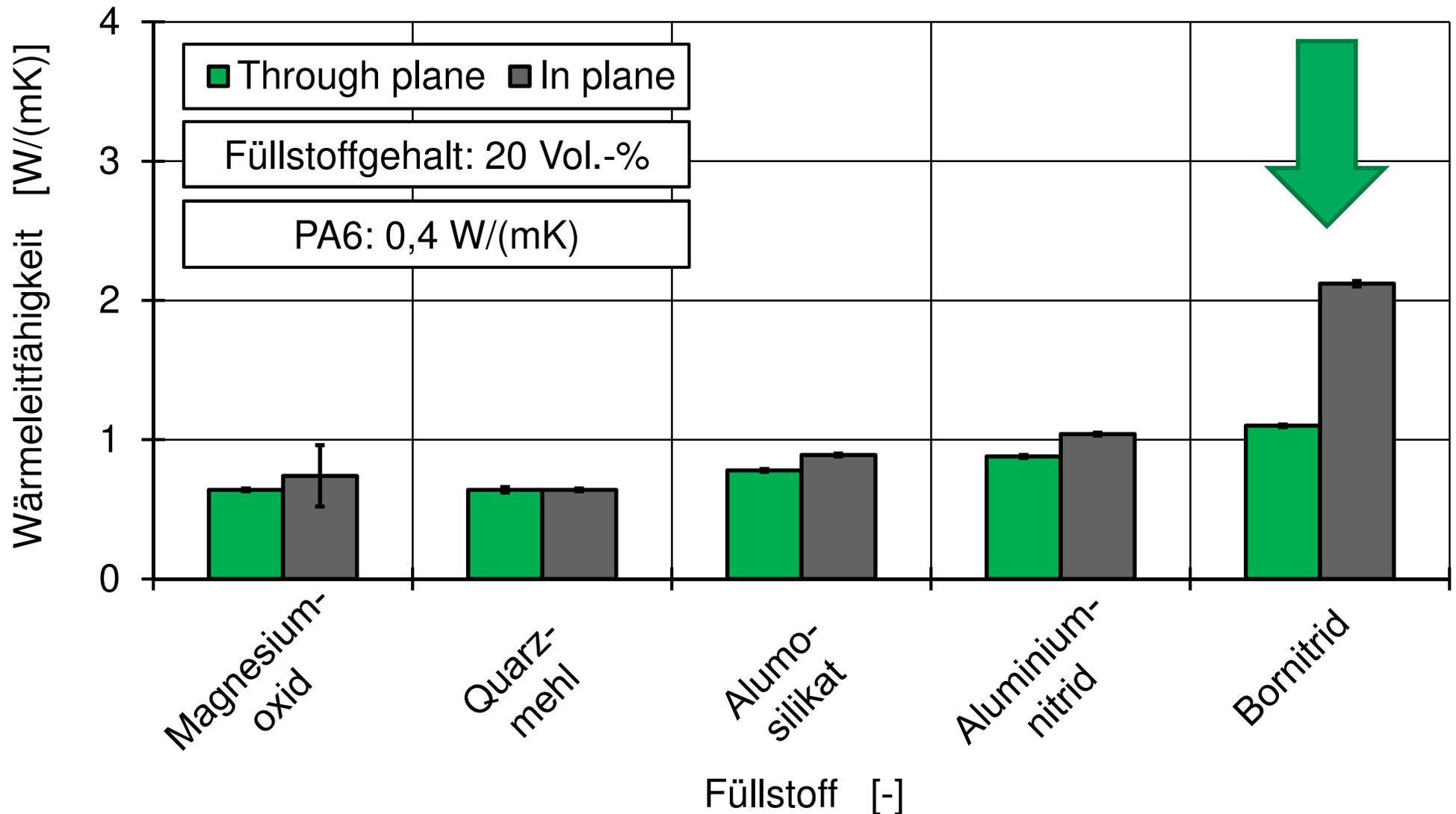
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Ggf. elektrisch leitend

Alternative Füllstoffe:

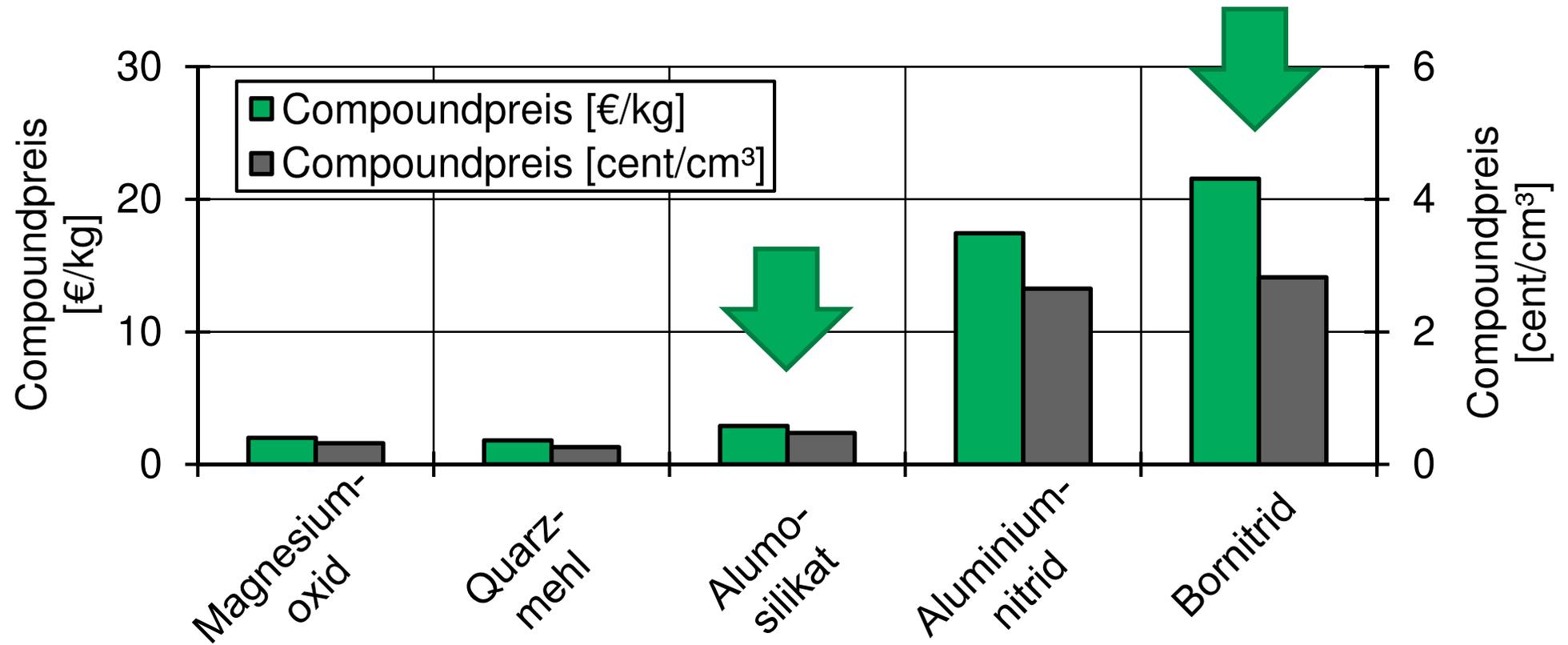
- Magnesiumoxid
- Quarzmehl
- Alumosilikat
- Aluminiumnitrid
- Bornitrid



Einfluss elektrisch isolierender Füllstoffe in PA6 auf die richtungsabhängige Wärmeleitfähigkeit



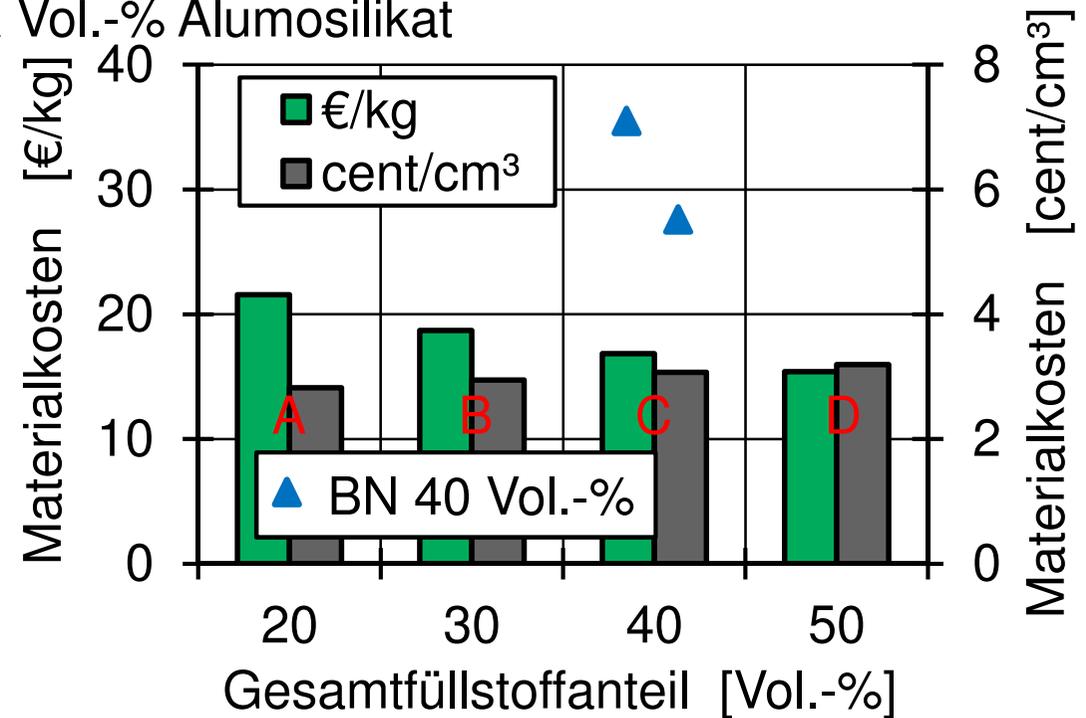
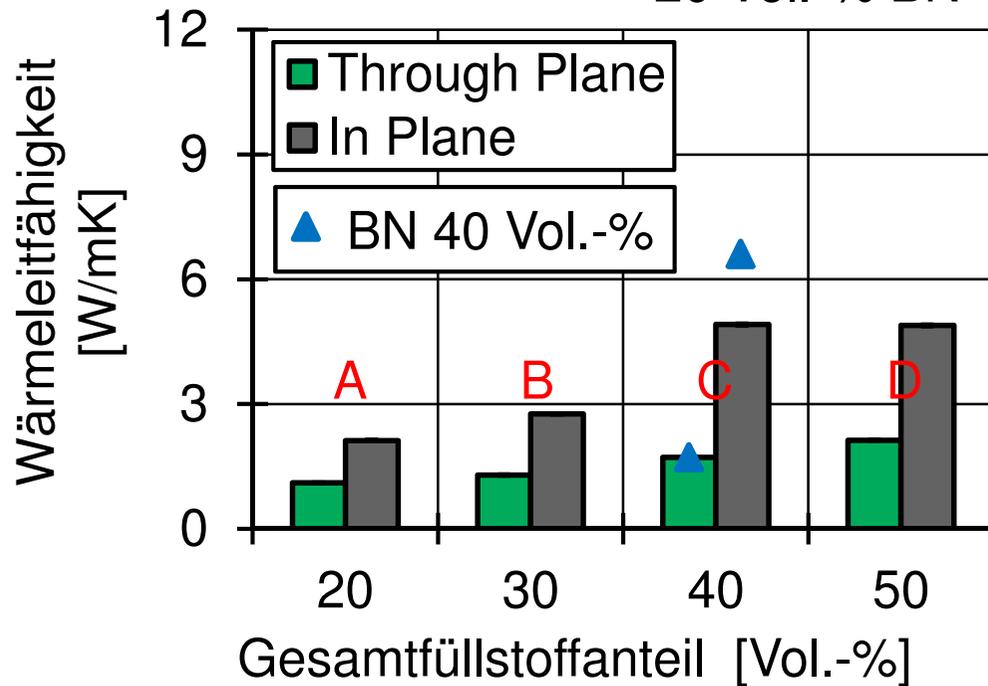
Einfluss der eingesetzten Füllstoffe auf den Compoundpreis



	Magnesiumoxid	Quarzmehl	Alumosilikat	Aluminiumnitrid	Bornitrid
Preis	2,00 €/kg	1,50 €/kg	4,00 €/kg	40,00 €/kg	60,00 €/kg
Dichte	3,5 g/cm³	2,65 g/cm³	3,65 g/cm³	3,09 g/cm³	2,2 g/cm³
20 Vol.-% in PA6	43,6 Gew.-%	36,9 Gew.-%	44,7 Gew.-%	40,6 Gew.-%	32,7 Gew.-%

Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit und Reduktion des Materialpreises durch Füllstoffkombination

20 Vol.-% BN + X Vol.-% Alumosilikat



	PA6	Alumosilikat	Bornitrid	Dichte
A	80 Vol.-%/66.3 Gew.-%	0 Vol.-%/0 Gew.-%	20 Vol.-%/33.7 Gew.-%	1,3 g/cm ³
B	80 Vol.-%/49,3 Gew.-%	10 Vol.-%/22,7 Gew.-%	20 Vol.-%/28.0 Gew.-%	1,6 g/cm ³
C	60 Vol.-%/36.5 Gew.-%	20 Vol.-%/39.3 Gew.-%	20 Vol.-%/24.2 Gew.-%	1,8 g/cm ³
D	50 Vol.-%/26.8 Gew.-%	30 Vol.-%/51.9 Gew.-%	20 Vol.-%/21.3 Gew.-%	2,1 g/cm ³



Zusammenfassung und Ausblick

- Eine durch den Herstellungsprozess bedingte richtungsabhängige Wärmeleitfähigkeit kann gemessen werden.
 - Für technische Bauteile, die elektrisch isolierende Eigenschaften aufweisen müssen, erscheinen die alternativen Füllstoffe sinnvoll.
 - Als gute alternativer Füllstoff zu Graphit erweist sich Bornitrid, jedoch ist der Preis von Bornitrid sehr hoch.
 - Die Kombination von preisgünstigen mit teuren Füllstoffen ermöglicht eine steigende Wärmeleitfähigkeit bei sinkenden Materialkosten.
 - Alle Vorteile, die ein Bauteil aus Kunststoff bietet, können somit relativ preisgünstig realisiert werden.
-
- Der Einfluss von Fließhilfsmitteln und Kompatibilisatoren auf die Wärmeleitfähigkeit der Compounds mit den alternativen Füllstoffen muss analysiert werden, um ggf. die Verarbeitung mit höher gefüllten Compounds zu ermöglichen.



Dank

Das IGF-Vorhaben 18074 N der Forschungsvereinigung Kunststoffverarbeitung wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Allen Institutionen gilt unser Dank.



The Institute of Plastics Processing Recruiting. Networking. Innovating.

Thank you for your kind attention.

I will be happy to answer your questions.

Dipl.-Ing. (FH) Michèle Marson-Pahle

Phone: +49 (0) 241 80-27319

E-mail: michele.marson-pahle@ikv.rwth-aachen.de