



## 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



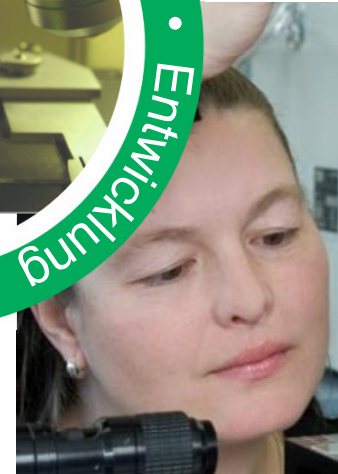
## Oberflächentechnik

- 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

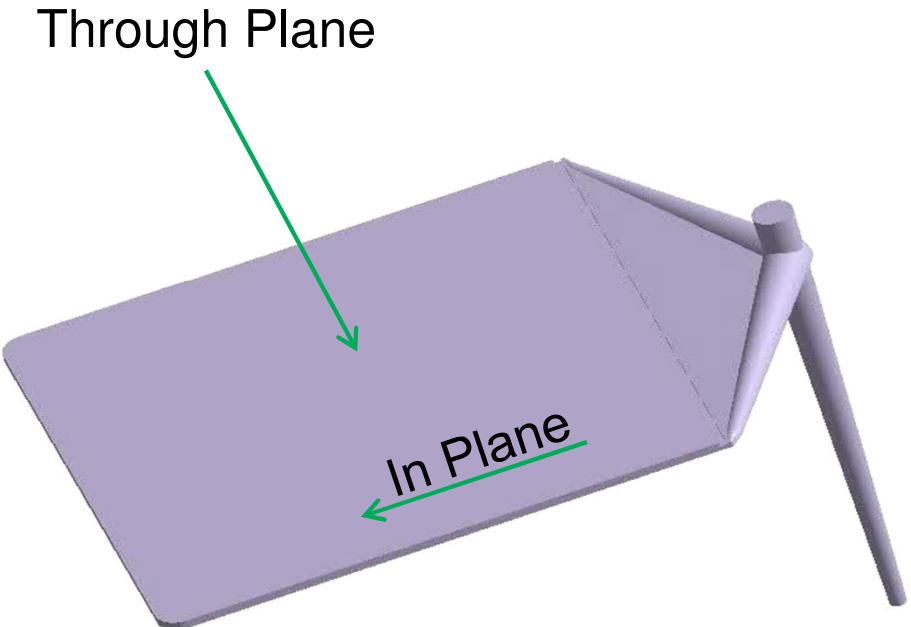
## Analysen/Prüfungen



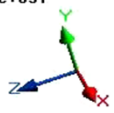
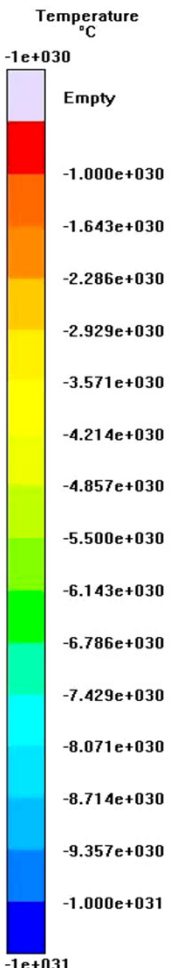
- Mechanische Prüfung
- Wärmeleitfähigkeit
- etc.



# Beispiel: Füllsimulation einer Platte



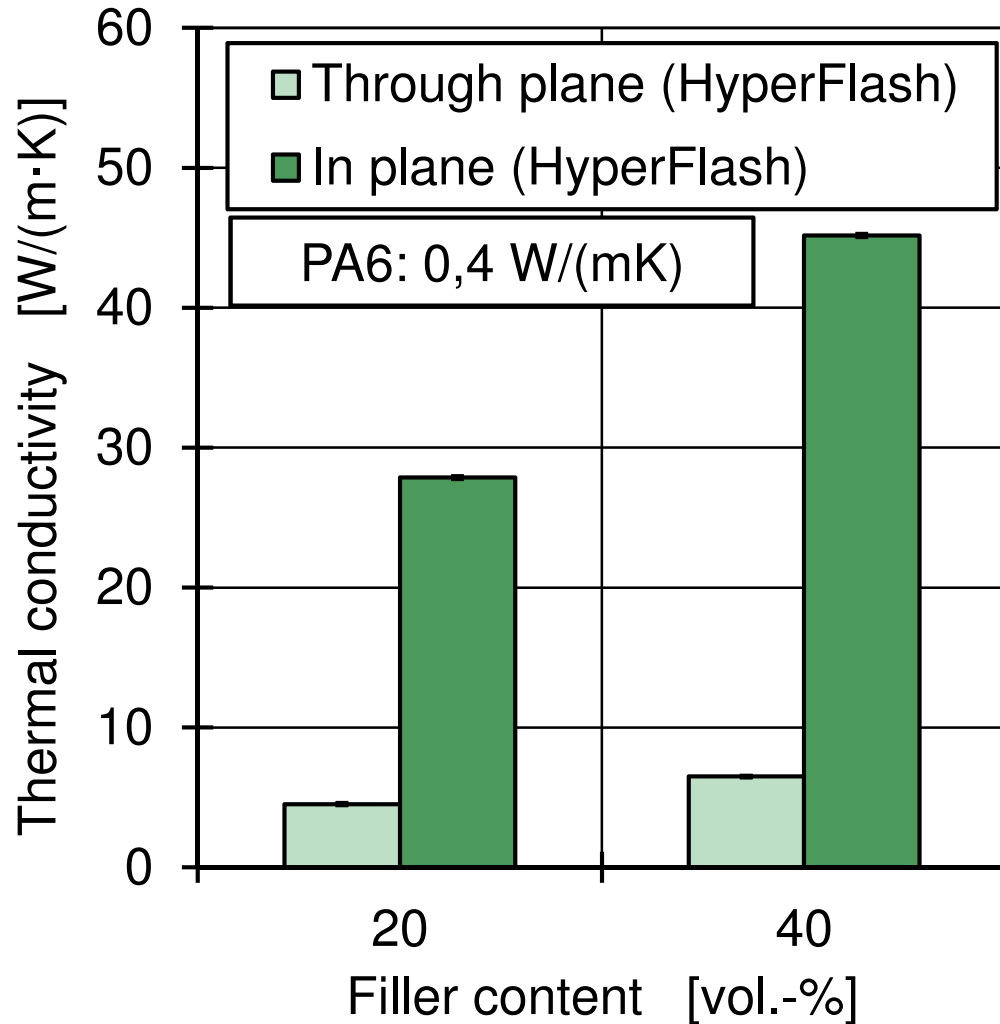
[Netzsch]



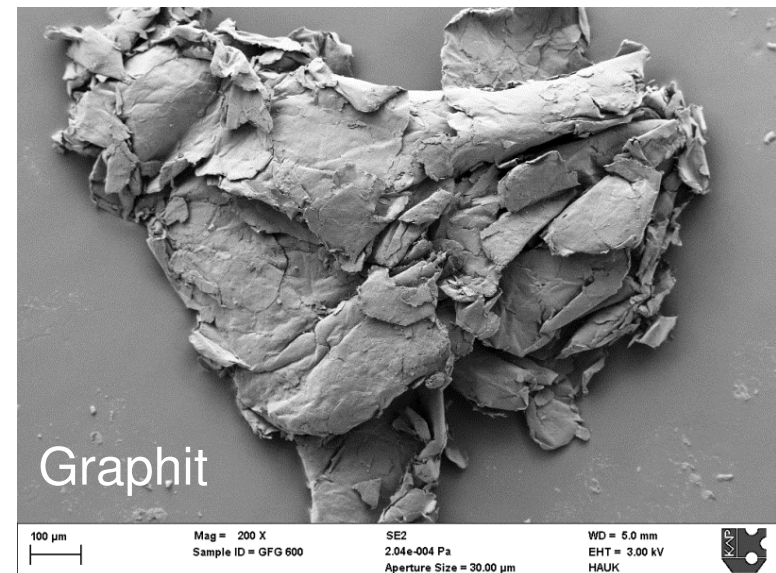
[IKV]



# Richtungsabhängige Wärmeleitfähigkeit (HyperFlash) von Graphit gefülltem PA6



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



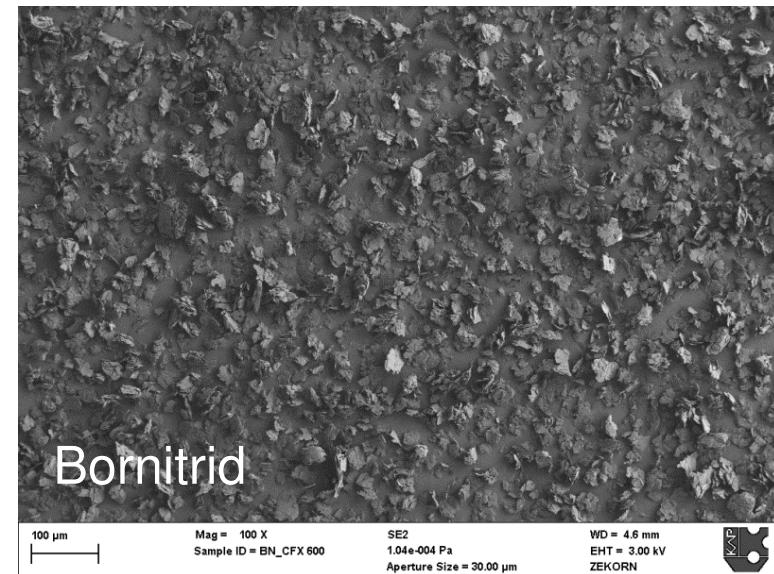
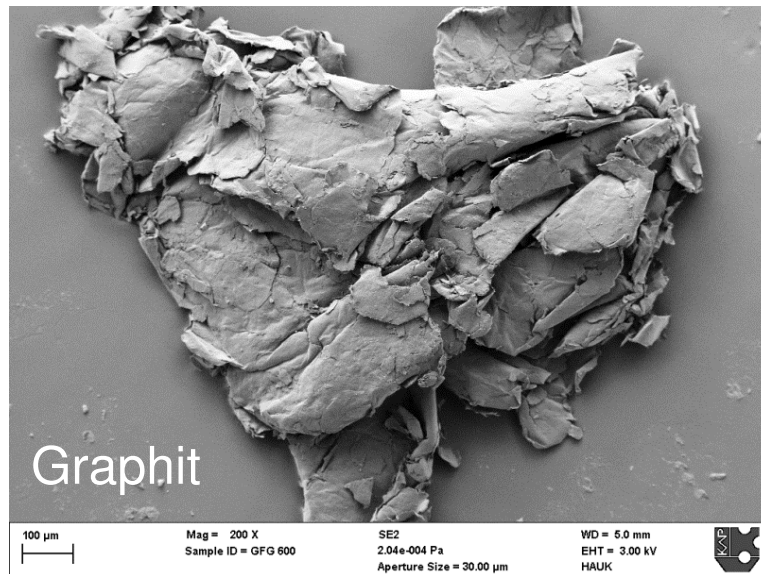
# Füllstoffe zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffs

PA6 gefüllt mit Graphit (häufig):

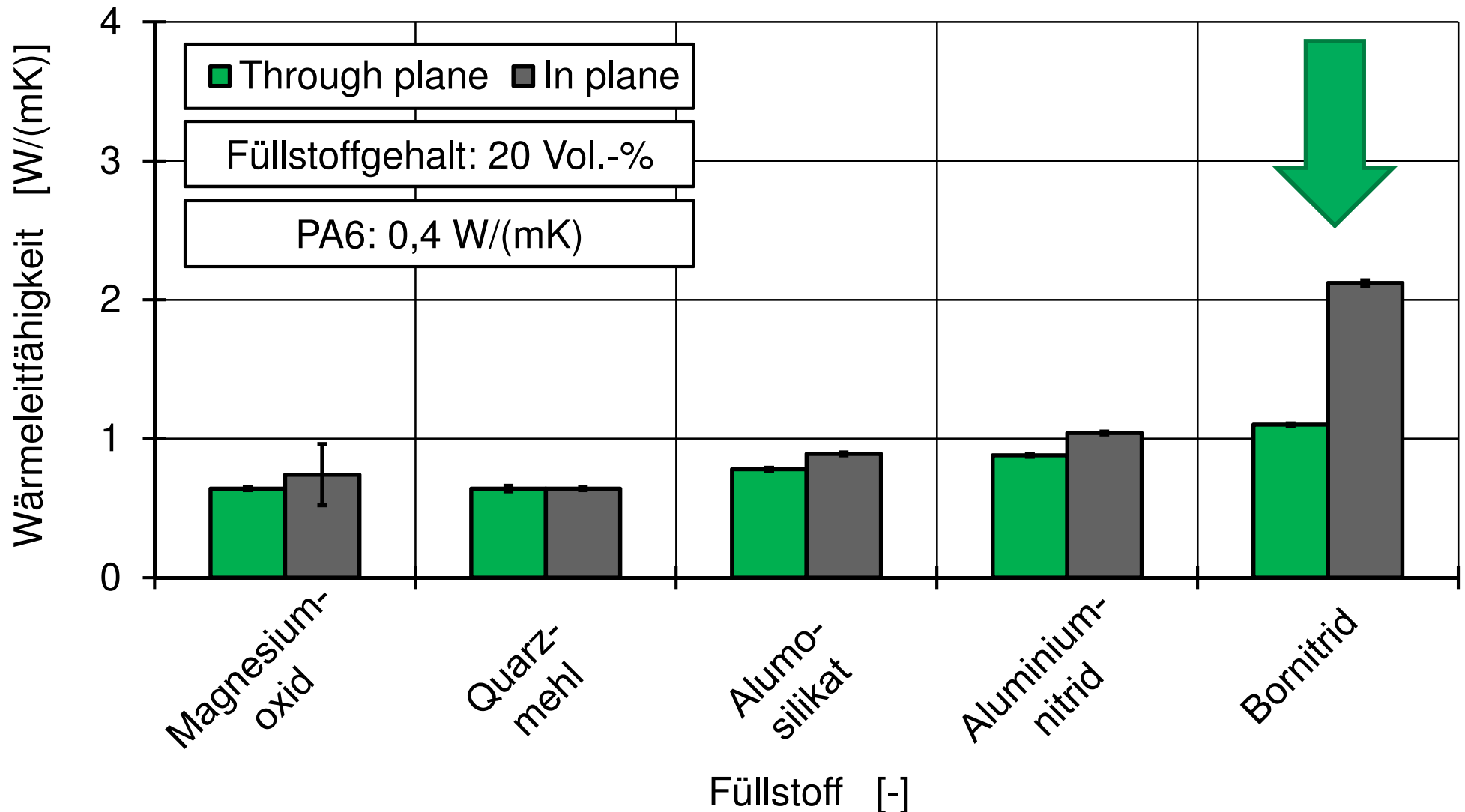
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Ggf. elektrisch leitend

Alternative Füllstoffe:

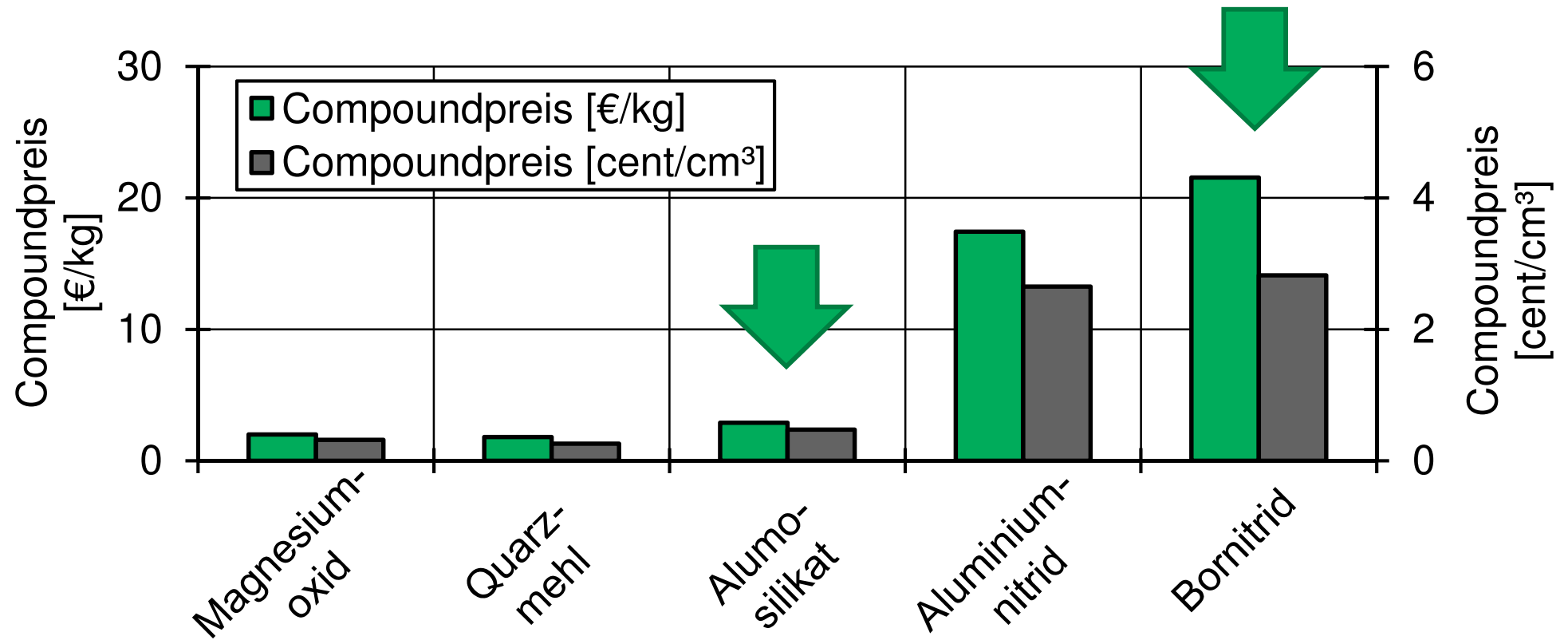
- Magnesiumoxid
- Quarzmehl
- Alumosilikat
- Aluminiumnitrid
- Bornitrid



# Einfluss elektrisch isolierender Füllstoffe in PA6 auf die richtungsabhängige Wärmeleitfähigkeit



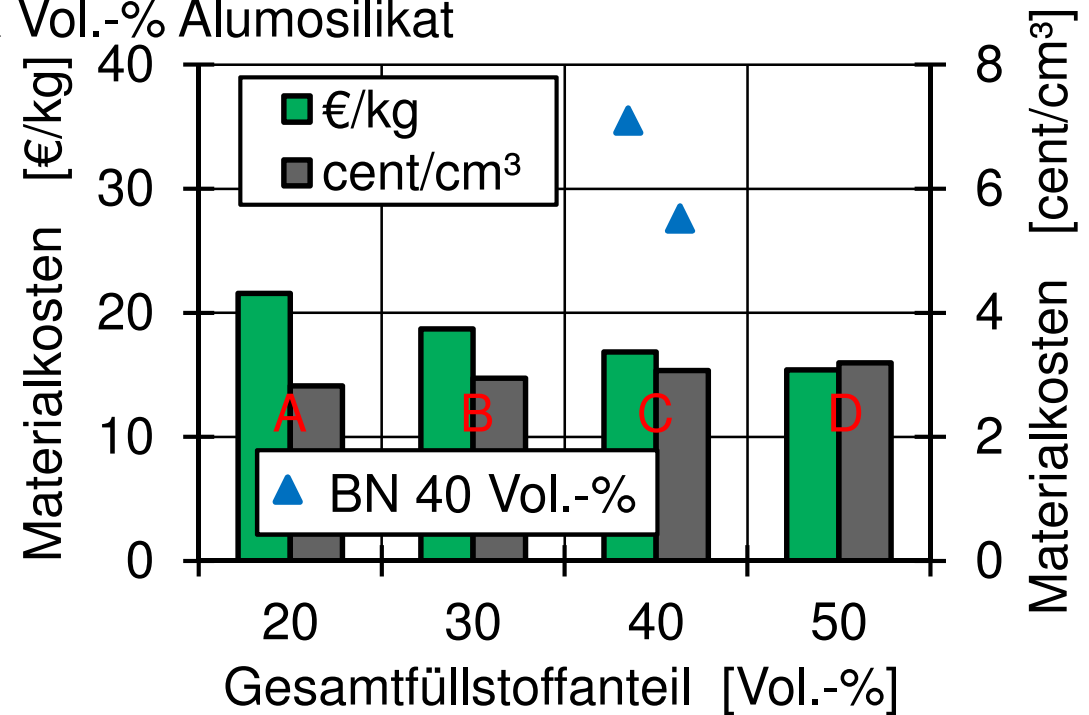
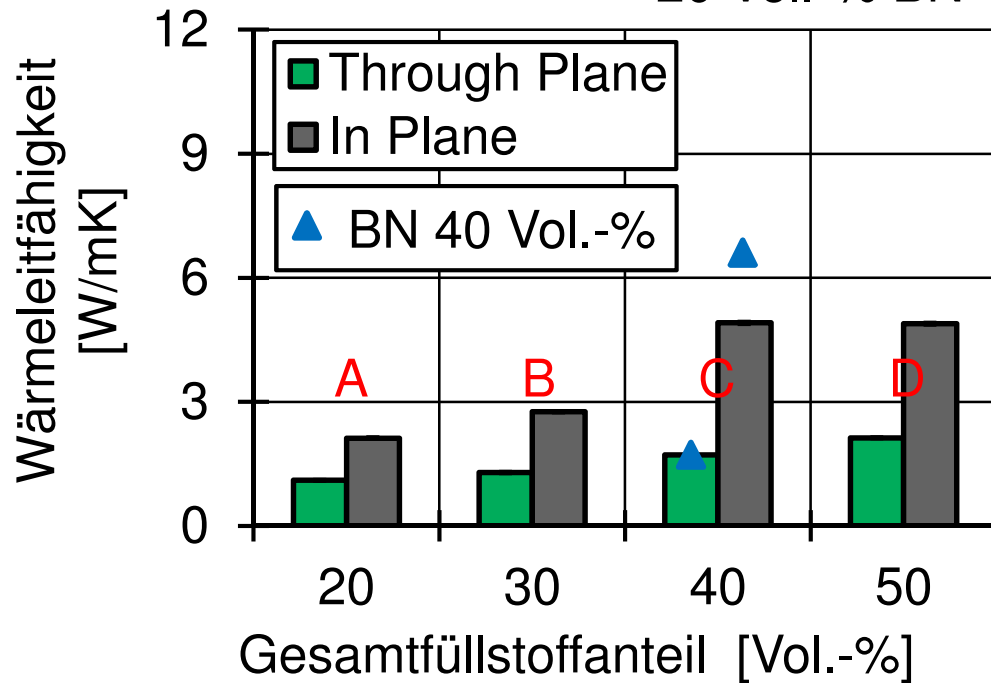
# Einfluss der eingesetzten Füllstoffe auf den Compoundpreis



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



# 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](mailto:michele.marson-pahle@ikv.rwth-aachen.de)