

Hochwärmeleitfähige Polymer-Compounds als Metallersatz ? - leitfähig, leicht und korrosionsstabil -

Dipl.-Ing. Marco Grundler, B.Sc.

**1. Niedersächsisches Symposium Materialtechnik
12./13. Februar 2015, Clausthal-Zellerfeld**





Gegründet in 2001
ca. 100 mehrheitlich
wiss. Angestellte
~ 3500 m² Laborfläche

F & E – Universitäre Grundlagenforschung

ZBT - Industrienähe Auftragsentwicklung/ Dienstleister

Industrie – Weiterentwicklung & Verwertung



Polymere = thermische Isolatoren



Wärmedämmung von Häusern

Thermisch leitfähige Polymer-Compound:

→ Heat-sink Anwendungen (Elektronik, Gehäusen, Automotive Teile,...)

Vorteile:

- Massenproduktion durch Spritzgießen, Walzen,...
- Gewichtsreduktion, geringe Dichte ($< 2 \text{ g/cm}^3$)
- Korrosionsstabil, Metallersatz
- Wärmetransport und Kühl-Fähigkeit wie Metalle
- Gezielte Eigenschaftseinstellung, Designfreiheit
- Kostenreduktion



Thermal conductive compound, ZBT



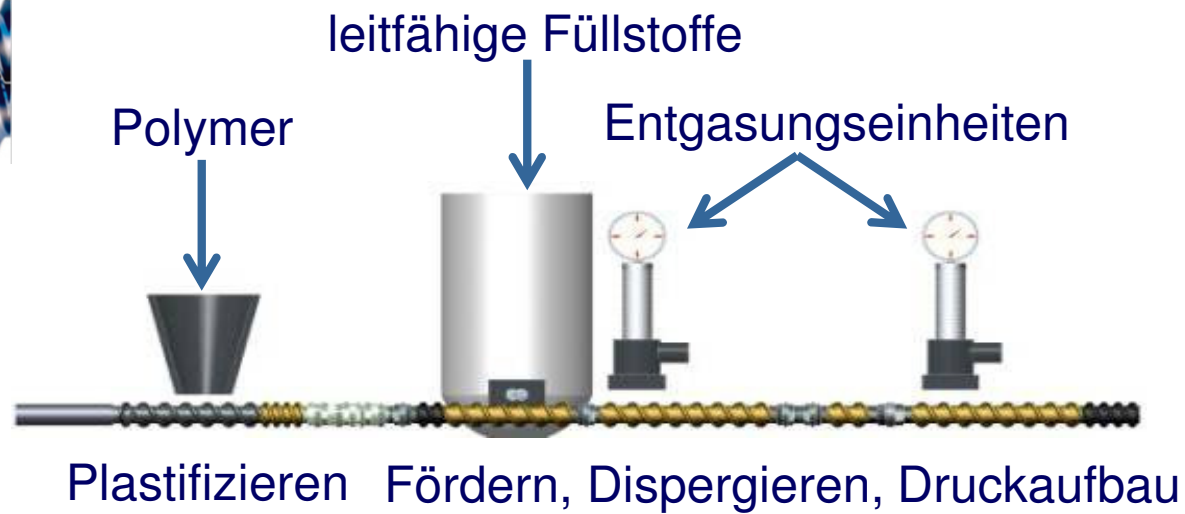
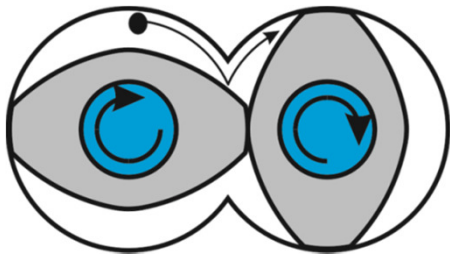
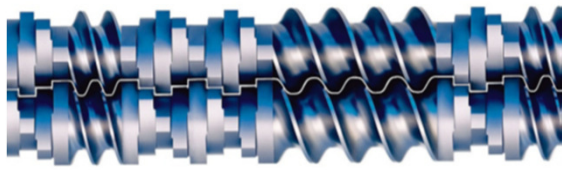
Heat sink part for LED, Vossloh Schwabe

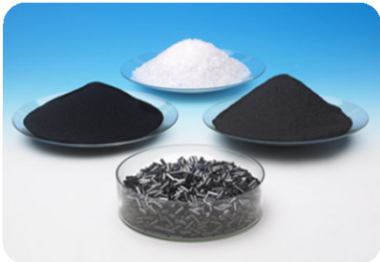
Herstellung thermisch leitfähiger Polymer-Compounds



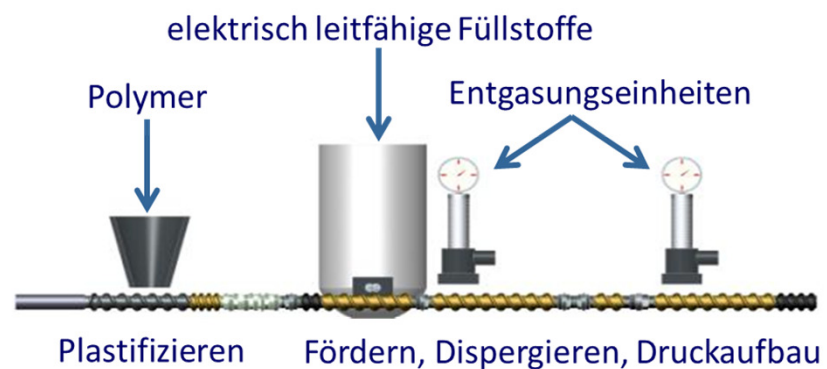


Compoundieren



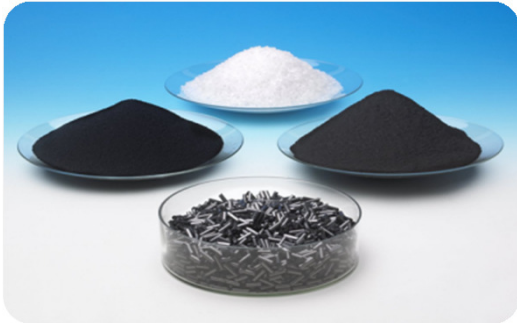


Durchsatz 2 - 12 kg/h

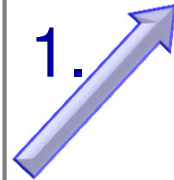


Herstellung thermisch hoch leitfähiger Kunststoffbauteile

Rohstoffe



Extrusion



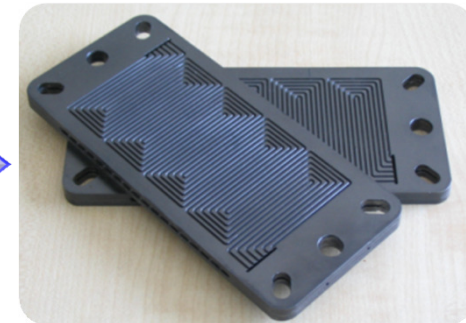
Compound



Spritzgießen



Spritzgegossenes Bauteil



Folien-Extrusion



Gewalzte Folie



Geprägte Struktur



General Properties		Test Standard	Unit	Value
Colour			#	black
Size of compound			mm	2-5
Physical Properties				
Bulk density		DIN 66137	g/cm³	1.89
Mechanical Properties				
Flexural modulus (23°C/73.4°F)		DIN EN ISO 178	GPa	16
Flexural strength (23°C/73.4°F)		DIN EN ISO 178	MPa	68
Thermal Properties				
Specific heat capacity		DIN EN ISO 22007-4	J/(g*K)	0.9
Thermal diffusivity				
Thermal conductivity				
Electrical Properties				
2 N/mm² contact force, thro				
Unstructured, surface treated				
Volume resistivity				
Area-specific resistance				
Volume conductivity				
Bulk conductivity				
Structured assembled bipolar				
Area-specific resistance				
Volume conductivity				
Accelerated aging of bipola				
Displayed values show the de				
accelerated aging of the exami				
Deviation in weight				
Deviation in thickness				

→ Bulk density: 1,77 - 1,93 g/cm³

→ Flexural strength (23°C/73.4°F) : 47 - 68 MPa

→ Flexural modulus (23°C/73.4°F) : 15,6 – 18,51 GPa

→ Thermal conductivity (23°C/ 73.4°F) : bis 30 W/m*K

→ Electric bulk conductivity: 50 – 139 S/cm

→ Corrosion stable

General Properties	Test Standard	Unit	Value
Colour		#	black
Size of compound		mm	< 0.5



TECACOMP PPS HTE 3985V - Compounds

Chemische Bezeichnung
PPS (Polyphenylsulfid)

Farbe
schwarz

Dichte
2 g/cm³

Zusätze
Gruß

Das Produkt befindet sich in der Weiterentwicklung. Technische Werte können sich gegebenenfalls noch ändern.

Mechanische Eigenschaften	Meas-Parameter	Wert	Einheit	Norm	Kommentar
Biegefestigkeit	50 mm/min	55	MPa	DIN EN ISO 178	
Biege-Elastizitätsmodul	50 mm/min	18500	MPa	DIN EN ISO 178	
Thermische Eigenschaften	Meas-Parameter	Wert	Einheit	Norm	Kommentar
Einsatztemperatur	dauernd	200 - 240	°C	-	
Einsatztemperatur	kurzzeitig	280	°C	-	
Wärmeleitfähigkeit	senkrecht	20	W/(K*m)	ISO 22007-4:2006	
Elektrische Eigenschaften	Meas-Parameter	Wert	Einheit	Norm	Kommentar
spezifische elektrische Leitfähigkeit		2,2 x 10 ⁴	S/m	DIN EN ISO 3915	(1) Interne Prüfmethode (Devia-Methode)
spezifischer Durchgangswiderstand		4,4 x 10 ⁵	Ω*m	DIN EN ISO 3915	(2) Interne Prüfmethode (Devia-Methode) (3) Interne Prüfmethode (Devia-Methode)

g/cm³	1.97
GPa	18.51
MPa	55.8
°C / °F	200 / 392
J/(g*K)	0.79
mm²/s	10
W/mK	16
mQcm²	2.59
S/cm	38
S/cm	139



Experimente 1

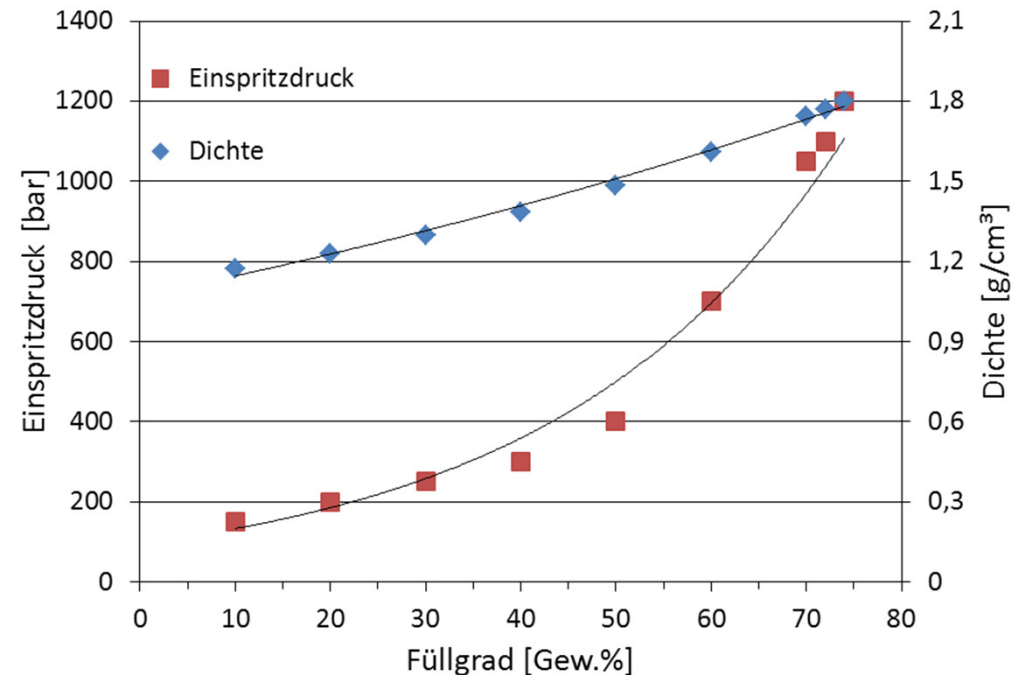
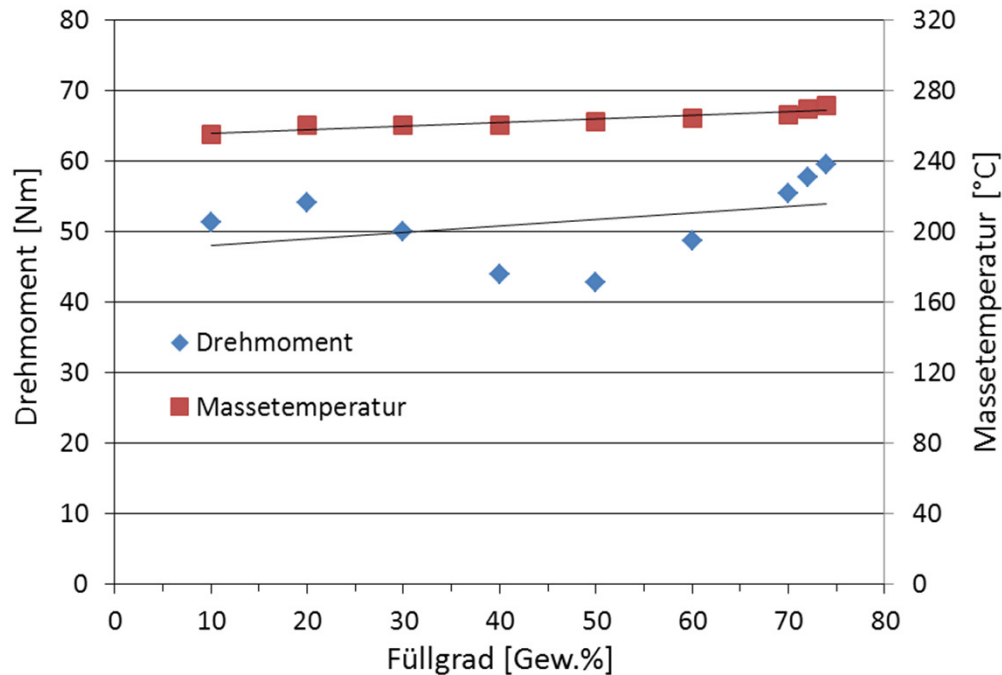
Compoundierung (Thermo,PTW25)



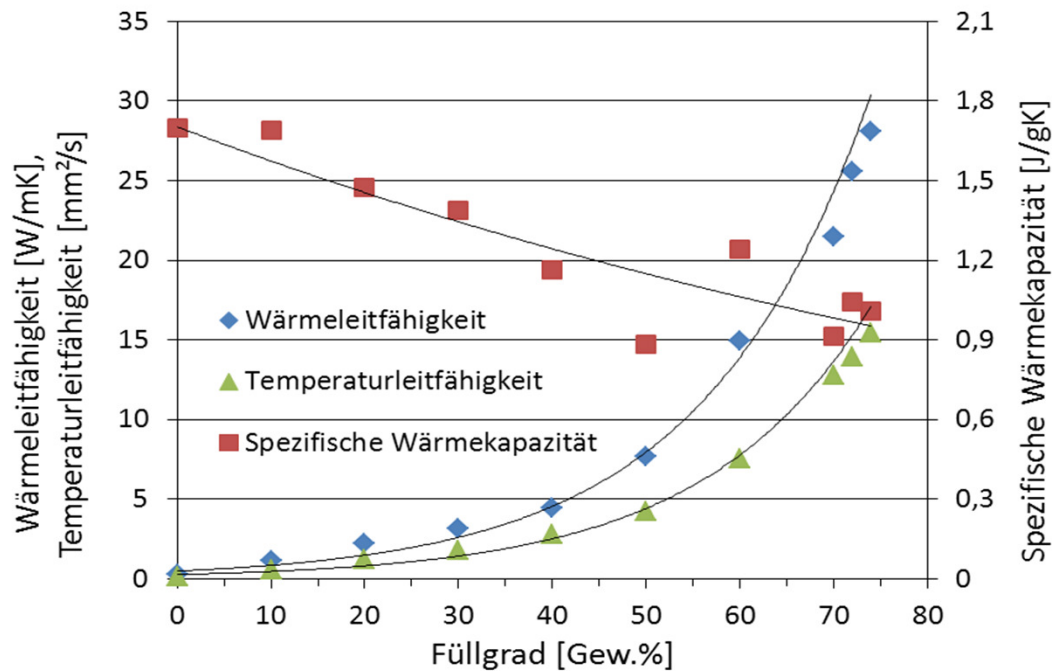
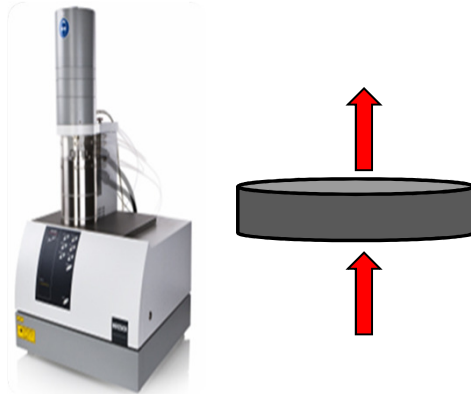
Materialdichte (Quantachrome, Ultrapycnometer 1000)



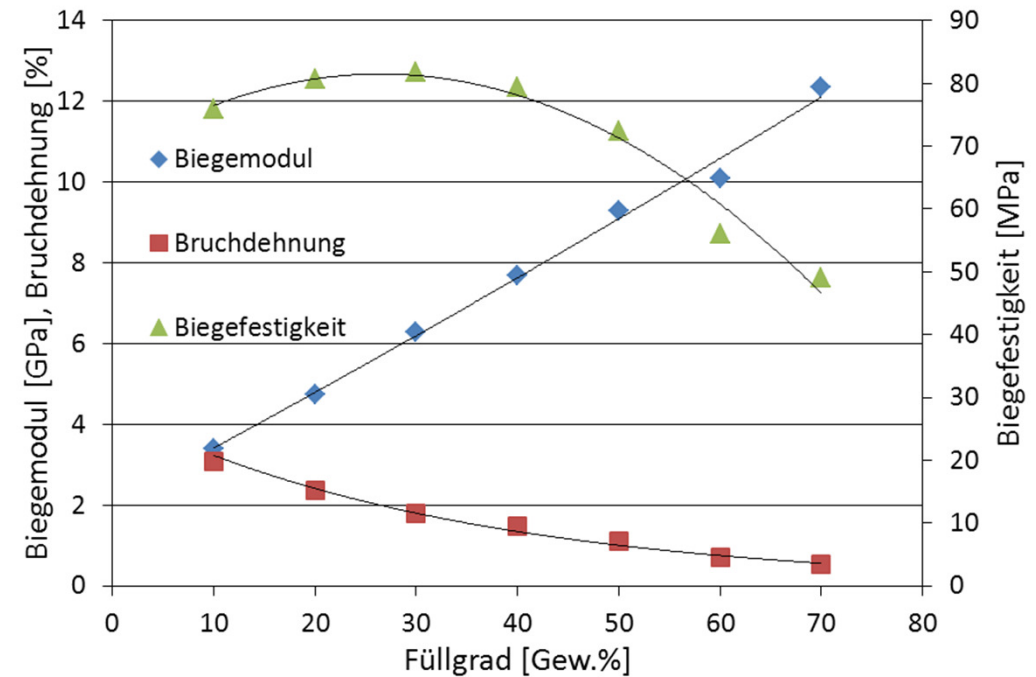
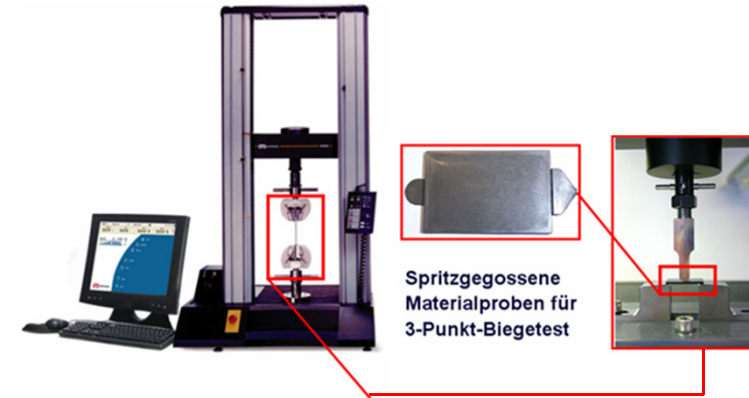
Spritzgießen von Probekörpern (Haake MiniJetII)



Thermische Kennwerte (Netzsch, LFA Microflash 457)

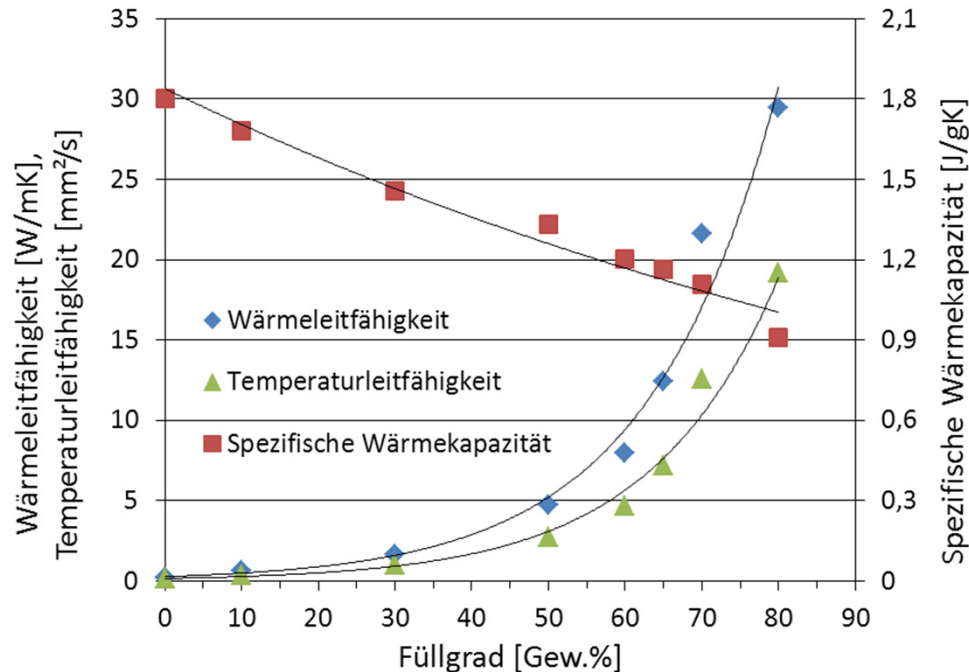
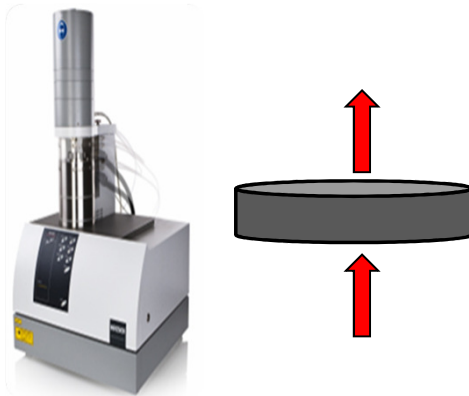


Mechanische Kennwerte (Instron 5960)



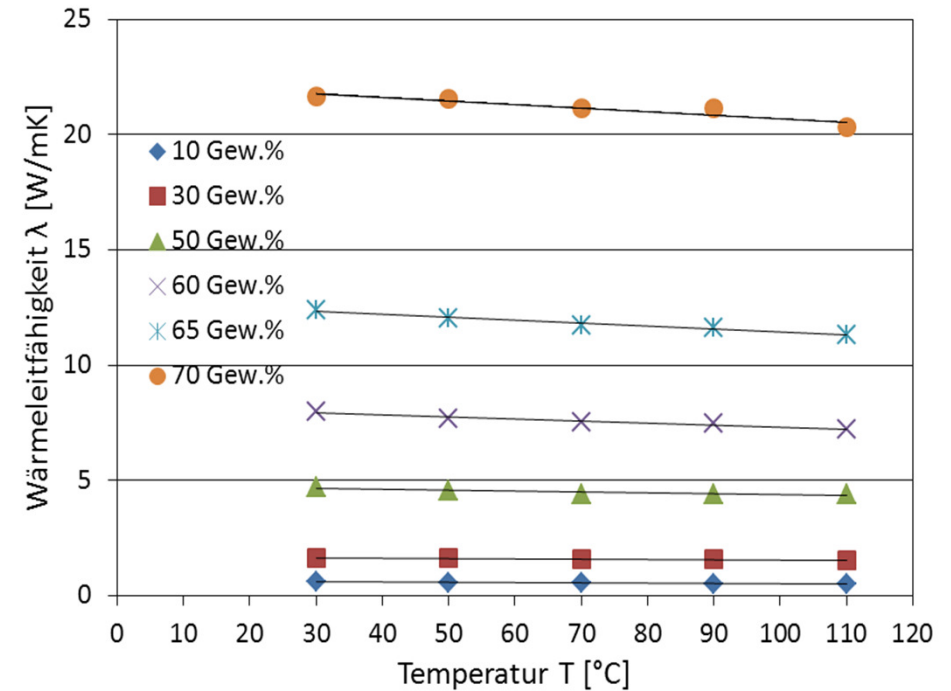
Experimente 2

Thermische Kennwerte (Netzsch, LFA Microflash 457)



→ Ähnliches Verhalten wie in PA6, max FG 80 Gew%

Einfluss der Messtemperatur auf die WLF



→ Gemittelter prozentuale Abfall der Wärmeleitfähigkeit über die einzelnen Temperaturniveaus aller Compoundmaterialien beträgt 2,48%.

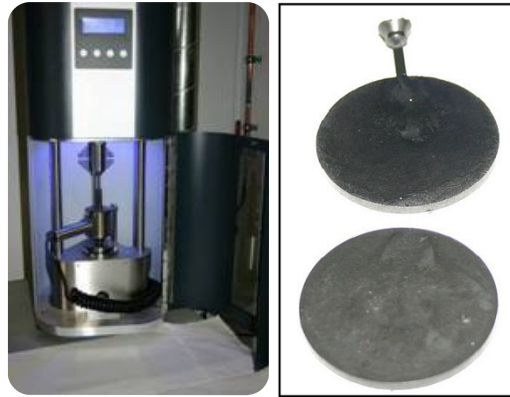
Experimente 3

Vergleich hochgefülltes PA6- und PP-Compound

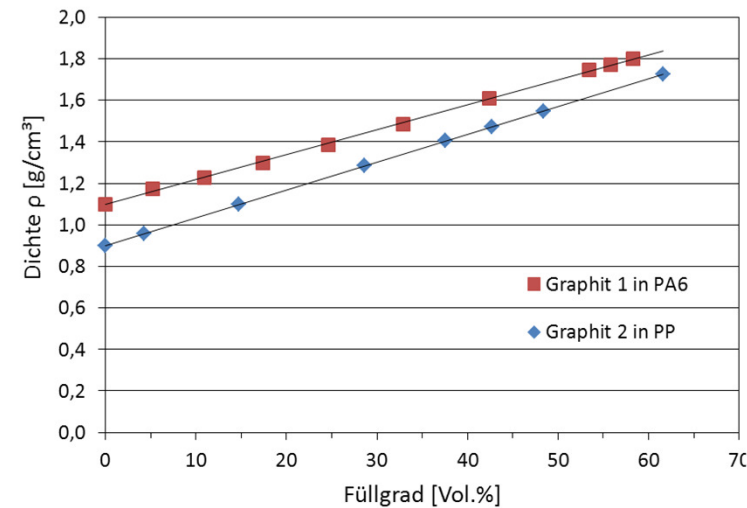
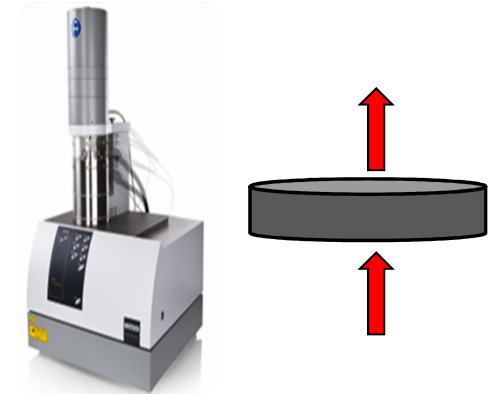
Materialdichte
(Quantachrome,
Ultrapycnometer 1000)



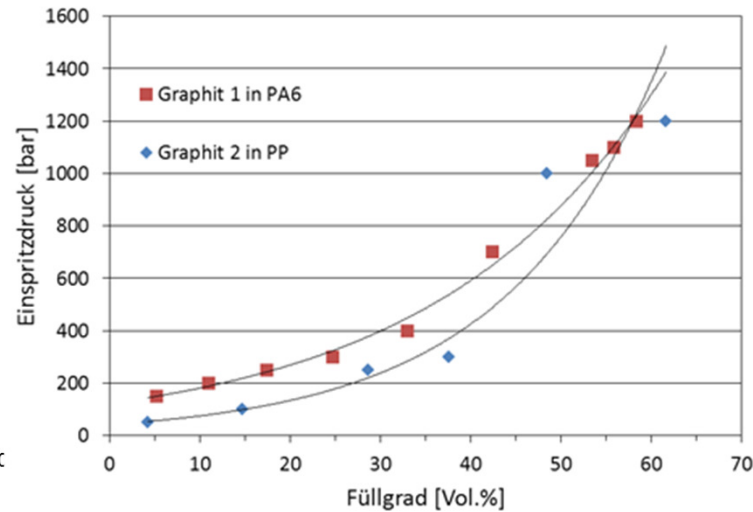
Spritzgießen von Probekörpern
(Haake MiniJetII)



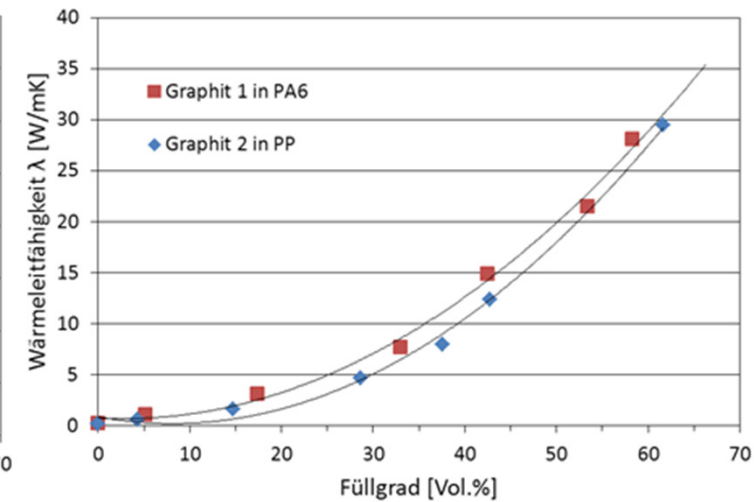
Thermische Kennwerte
(Netzsch, LFA Microflash 457)



Dichte PP = 0,9 g/cm³
Dichte PA6 = 1,1 g/cm³
→ Umrechnung in Vol% notwendig



Max. FG PP = 61 Vol.%
Max. FG PA = 58 Vol.%
→ Fließfähigkeit von PP besser

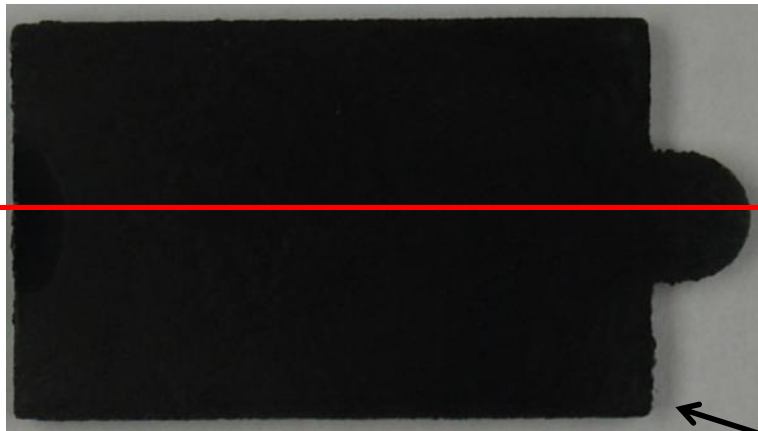


→ Gleiche WLF bei PP erst mit höheren FG
→ Höhere intrinsische WLF von PA6?

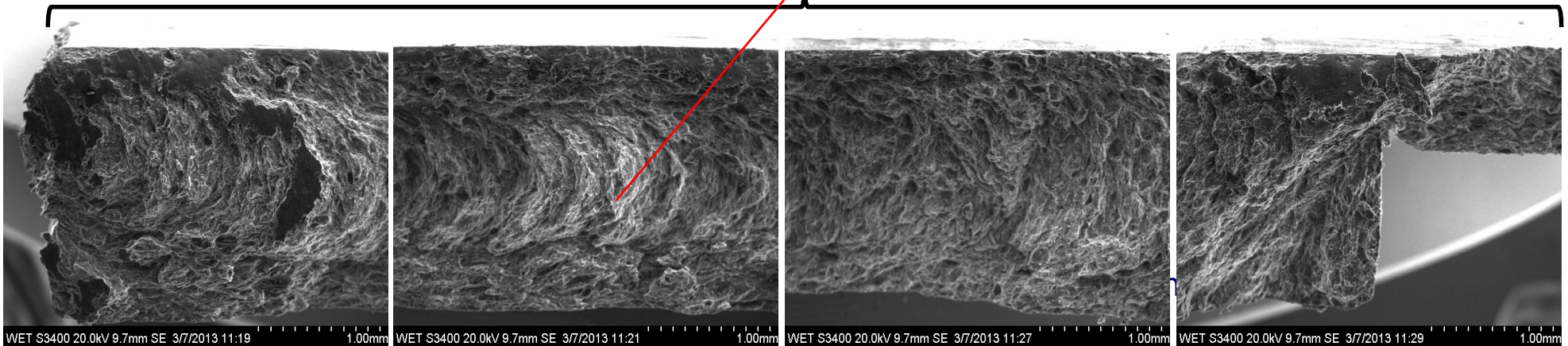
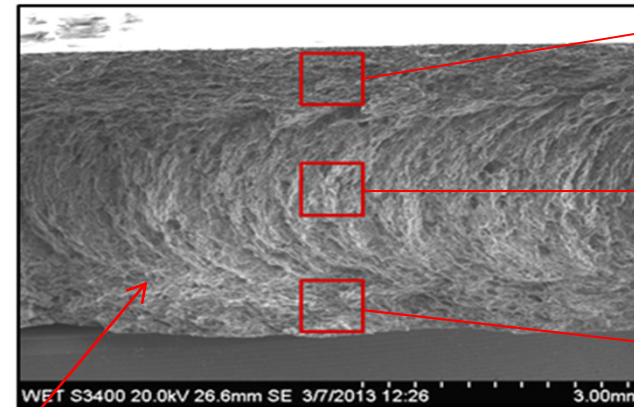
Experimente 4

Spritzgegossener Probekörper, 25 x 38 x 2 mm³

REM-Aufnahme 2 mm Bruchfläche



Bruchkante



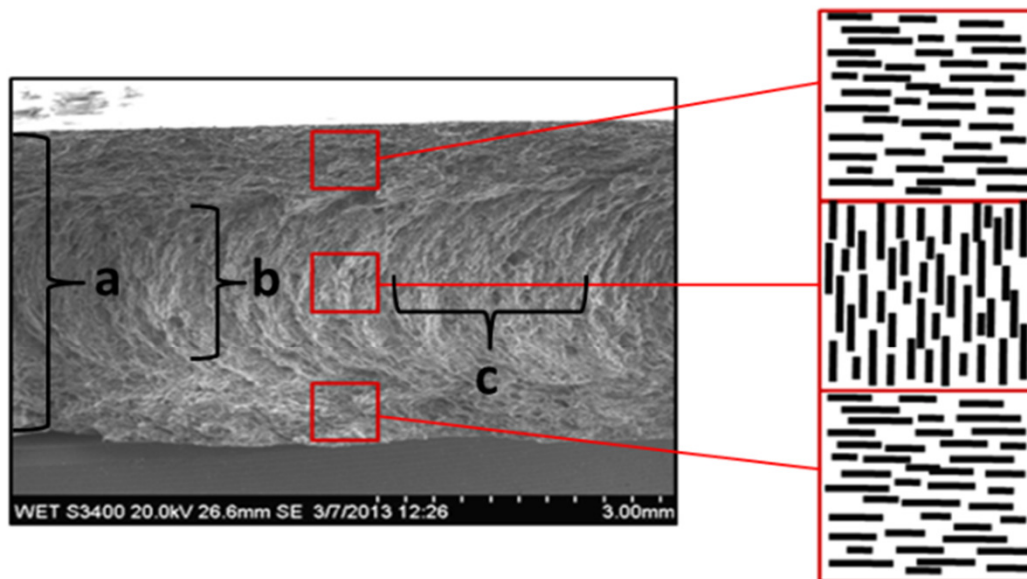
Anguss

l = 10 mm

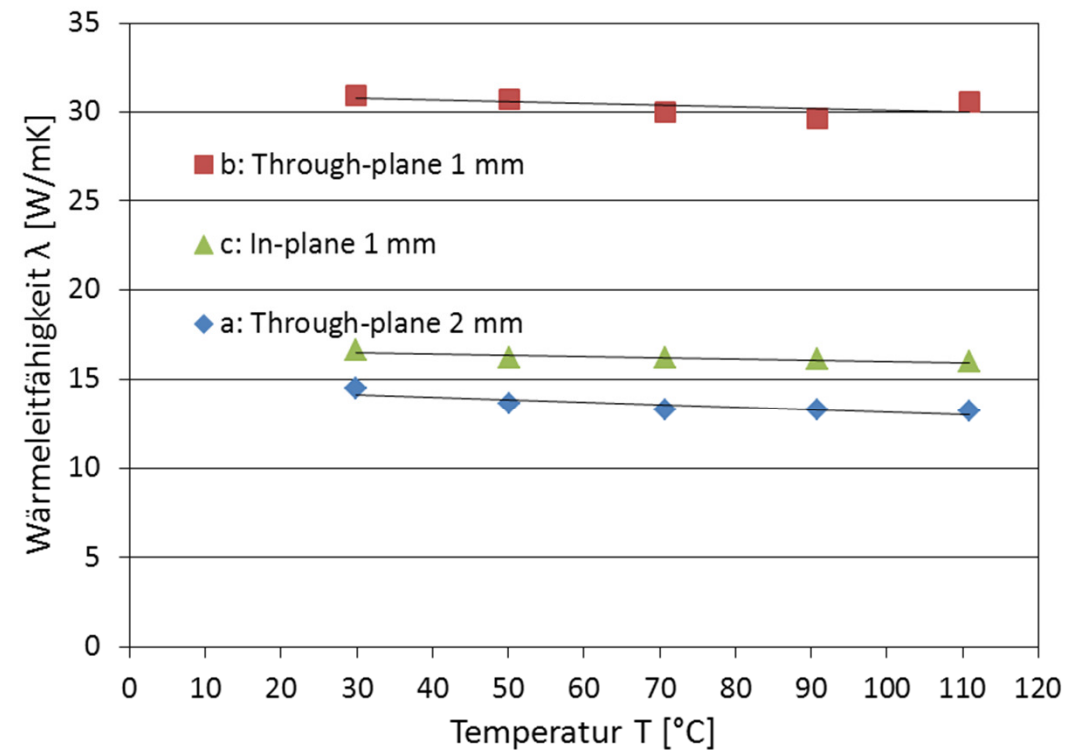
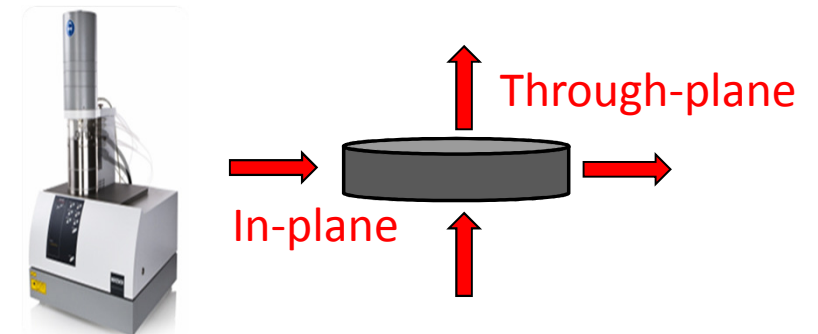
l = 30 mm

l = 38 mm

REM-Aufnahme 2 mm Bruchfläche

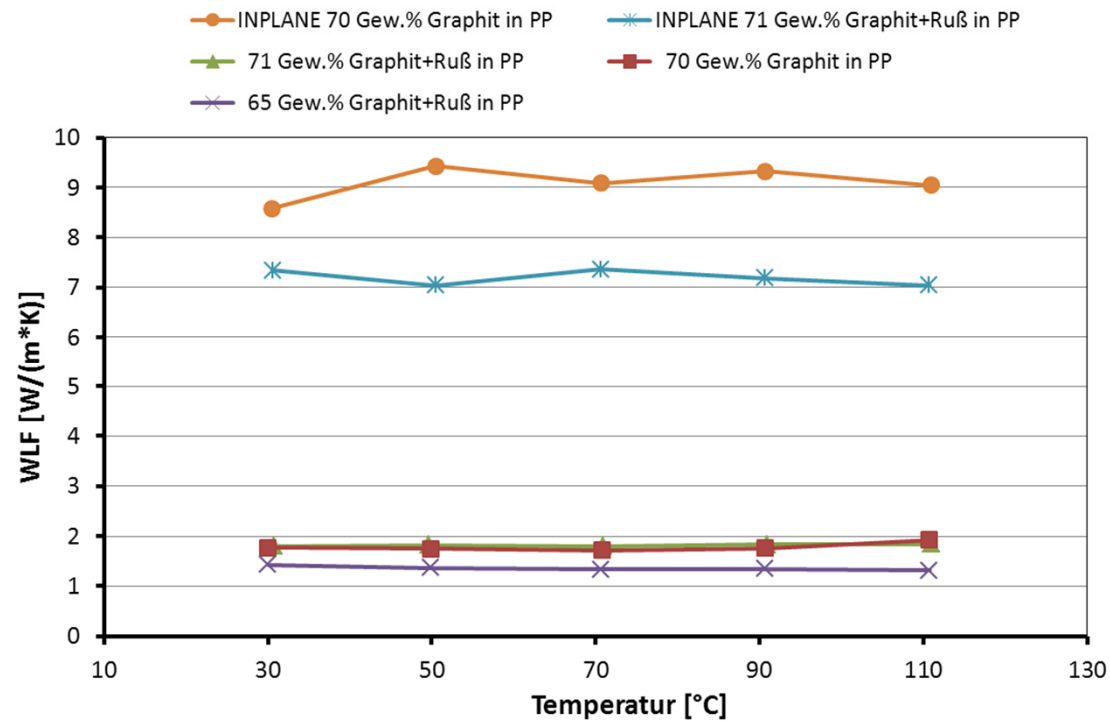
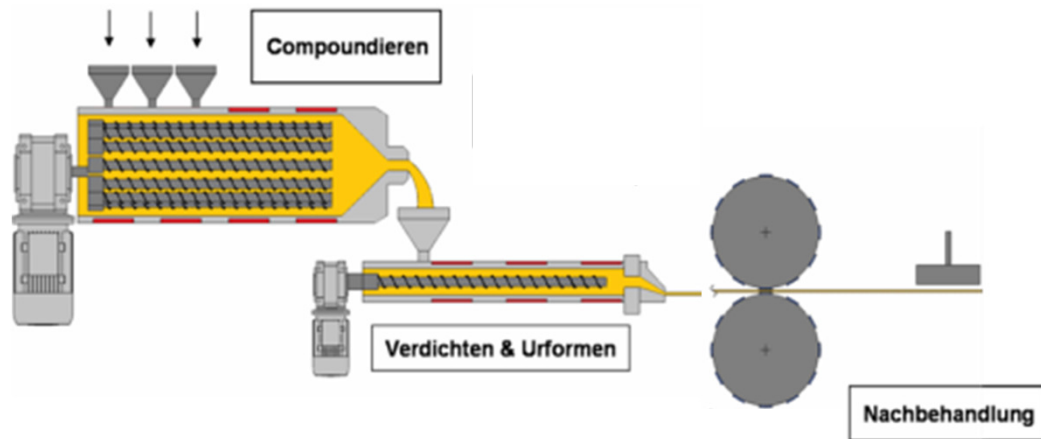


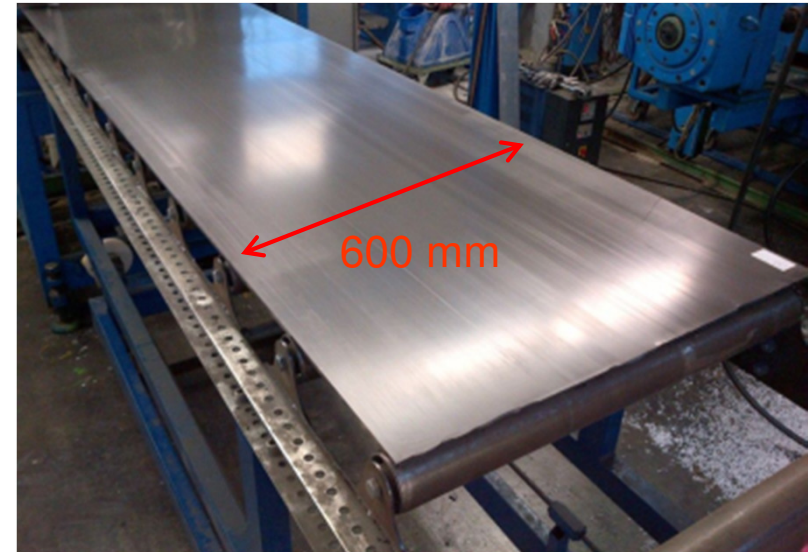
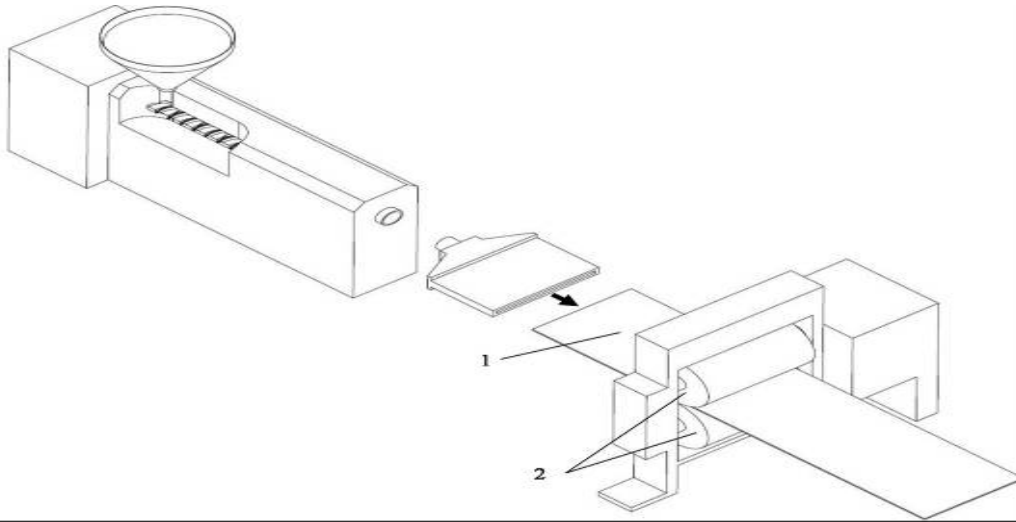
Thermische Kennwerte (Netzsch, LFA Microflash 457)



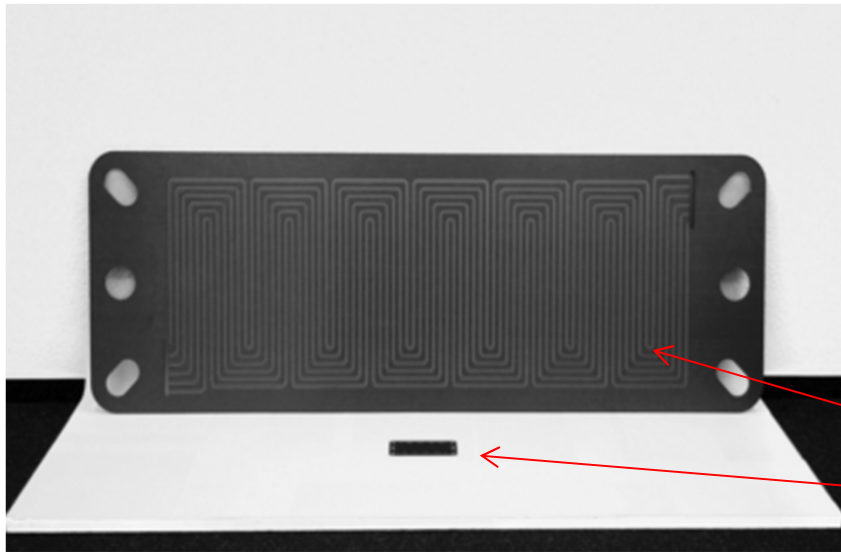
Experimente 5

New innovative processing techniques for highly filled thermoplastic Compounds





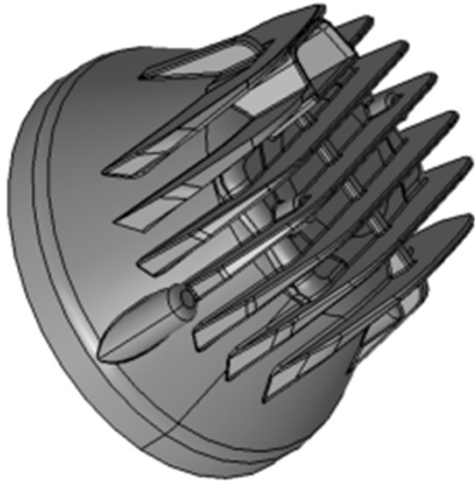
Continuous cost-effective extrusion of highly filled compounds for large area plates



Extruded plate (with milled structures)
Injection molded plate



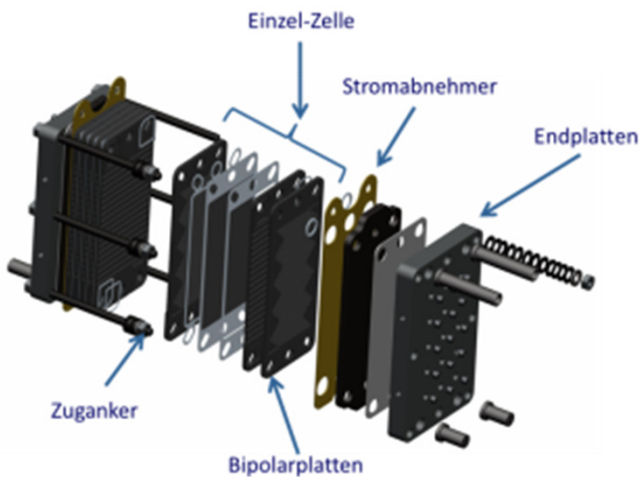
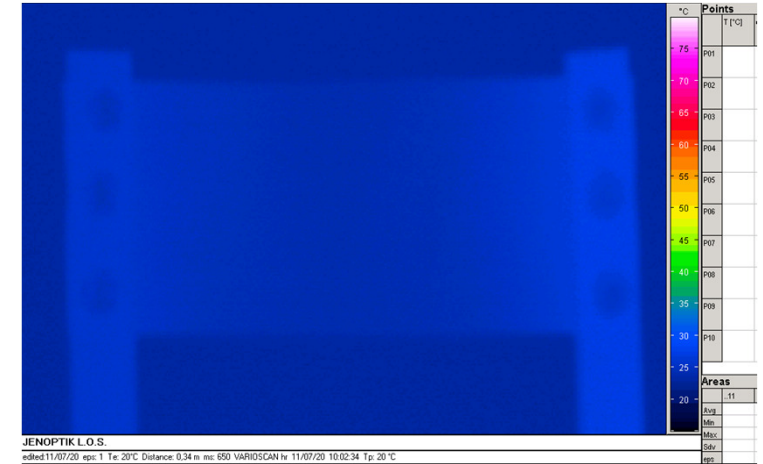
New innovated applications for highly filled thermoplastic compounds



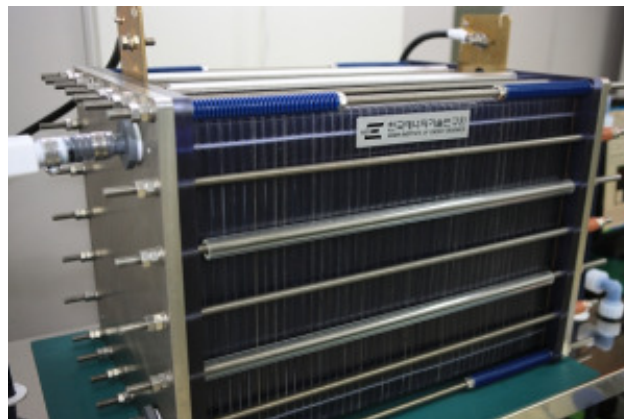
Heat-Sink, LED-lamps



Electric resistance heating



Fuel cell stack



Redox flow battery stack

Korea Institute of Science and Technology Information



Plate heat exchanger

prozesstechnik-online.de

Hochgefüllte Polymer-Compounds

- + sehr hohe thermische Leitfähigkeit
- + Korrosionsstabilität
- + geringe Materialdichte
- + kostengünstige Verarbeitungsverfahren



Teile dieser Untersuchungen wurden gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) (KF2056332GZ2).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Marco Grundler, B.Sc.
+49 203 7598 1175
m.grundler@zbt-duisburg.de