SILATHERM®

Innovative wärmeleitfähige Füllstoffkonzepte

Innovative thermally conductive filler concepts

Hidden inside – Performance outside!

HPF **The Mineral Engineers**

A DIVISION OF QUARZWERKE GROUP

HPF The Mineral Engineers ist eine Division der Quarzwerke Gruppe, die mit der Entwicklung innovativer und funktionaler Hochleistungsfüllstoffe und Additive auf mineralogischer und synthetischer Basis den Blick in die Zukunft richtet. Durch jahrzehntelange Erfahrung in der Oberflächenbehandlung von mineralischen Füllstoffen sind wir in der Lage, einzigartige Systemlösungen zu liefern.

HPF The Mineral Engineers is a division of Quarzwerke Group, which is looking toward the future with the development of innovative and functional high-performance fillers and additives on a mineralogical and synthetic basis. Decades of experience in surface treatment of mineral fillers have enabled us to supply unique system solutions.

Hidden Inside – Performance Outside

Mit der zunehmenden Elektrifizierung ergeben sich neue Aufgabenfelder für die Masterbatch- und Compound-Hersteller. Gefragt sind Kunststoffe mit den passenden mechanischen und physikalischen Eigenschaften bei gleichzeitig hohen Qualitätsanforderungen.

With increasing electrification, new fields of activity are opening for masterbatch and compound producers. Plastics with the appropriate mechanical and physical properties and high quality requirements are in demand.

Nicht nur im Automobilbereich spielt das Thema der Wärmeentstehung und deren effektiver Ableitung eine große Rolle. In zahlreichen weiteren Anwendungen ist eine gezielte Wärmeableitung erforderlich. Zum Beispiel werden in der modernen Beleuchtungstechnik immer häufiger LEDs eingesetzt. Hier ist ein gutes Wärmemanagement für die Lebensdauer der Leuchten unverzichtbar.

Not only in automotive, the topic of heat generation and its effective dissipation plays an important role. A targeted heat dissipation is required for numerous other applications. For example, LEDs are increasingly being used in modern lighting technology, as good heat management is indispensable for the service life of the luminaires.

Der Einsatz von wärmeleitenden Kunststoffen wird zukünftig eine immer größere Rolle einnehmen, da deren Einsatz eine Reihe nicht unwesentlicher Vorteile schafft. Daher wurde die Produktfamilie SILATHERM® speziell zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen entwickelt. Gleichzeitig wirken diese mineralischen Füllstoffe isolierend gegen elektrischen Strom und verbessern die mechanischen Eigenschaften.

Heat-conductive plastics will therefore play an increasingly important role in the future, as their use creates a number of considerable advantages. Therefore the SILATHERM® product family was specially developed to improve the thermal conductivity of plastics. At the same time, these mineral fillers insulate against electric current and improve the mechanical properties.

Kunststoff oder Metall?

Metalle werden immer häufiger durch Kunststoffe ersetzt und das nicht nur aufgrund der höheren Wirtschaftlichkeit. Auch bietet die Fertigung aus Kunststoff die Möglichkeit zur Gestaltung komplexer Geometrien sowie der Systemintegration. Zur Korrosions- und chemischen Beständigkeit kommt ein niedrigeres Gewicht bei teils vergleichbarer Festigkeit. Langfristig können diese Eigenschaften zu einer Energieersparnis führen, was letztendlich besser für die Umwelt ist.

Plastic or metal?

Metals are increasingly being replaced by plastics, and not only because of their higher economic efficiency. Plastic production also offers the possibility of designing complex geometries and system integration. In addition to corrosion and chemical resistance, there is also a lower weight with partly comparable strength. In the long term, these properties can lead to energy savings, which is ultimately better for the environment.

CO_2 – Fußabdruck

Wir haben ein Compound, hergestellt mit SILATHERM®, mit einem herkömmlichen Produkt aus Aluminium verglichen. Der Treibhauseffekt beträgt 2,8 to CO_2 pro Tonne Compound während die vergleichbare Aluminiumlösung auf 11 – 16 to CO_2 pro Tonne Produkt* kommt. Das bedeutet, dass im direkten Vergleich ein Kunststoff-Compound mit SILATHERM® um den Faktor 4 – 6* besser hinsichtlich Klimaschonung und Treibhauseffekte abschneidet. Wird die Geometrie des Produktes, z. B. eines Kühlkörpers optimiert, steigt der Faktor auf bis zu 8* abhängig von der Gewichtsreduktion.

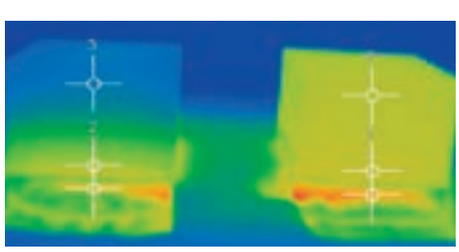
Der Vergleich der Aluminium- und der Kunststoffkühlkörper (siehe IR-Abbildung unten) mit SILATHERM® zeigt, dass die Wahl eines wärmeleitfähigen Kunststoffes, in Kombination mit der Änderung der Geometrie des Bauteils, eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Alternative zu Metalllösungen bietet. Details zu dieser Untersuchung sind auf Anfrage verfügbar.

Carbon Footprint

We compared a compound made with SILATHERM® with a conventional aluminium product. The greenhouse effect is 2.8 tonnes of CO_2 per tonne of compound while the comparable aluminium solution is 11 to 16 tonnes of CO_2 per tonne of product. This means that in a direct comparison, a plastic compound with SILATHERM® performs better by a factor of 4 to 6* in terms of climate protection and greenhouse effects. If the geometry of the product, e.g. of a heat sink, is optimised, the factor increases to up to 8* depending on the weight reduction.*

The comparison of the aluminium and plastic heat sinks with SILATHERM® (see IR image below) shows that the choice of a thermally conductive plastic in combination with a change in the geometry of the component offers a technically and economically sensible alternative to metal solutions. Details of this investigation are available upon request.

Wärmebildvergleich eines Kühlkörpers
thermal image: comparison heat sink



Verbundwerkstoff
composite

Aluminium
aluminium

Material | material	Dichte | *density* [g/cm³]	Wärmeleitfähigkeit | *thermal conductivity* [W/mK]
Kunststoff | *plastic*	1.13	0.22
Aluminium | *aluminium*	2.7	235
Compound + 65m% SILATHERM®	1.9	1.3

*bezogen auf das Gewicht und abhängig von der Region
**based on the weight and depending on the region*

Die Qual der Wahl

- Kunststoffe sind von Hause aus Isolatoren und besitzen eine geringe Wärmeleitfähigkeit von ca. 0,2 W/mK.
- Um diese zu erhöhen, müssen dem Polymer wärmeleitfähige Zusatzstoffe hinzugegeben werden.
- Die Wärmeleitung geschieht durch Gitterschwingungen, den sogenannten Phononen. Ein Phonon ist die elementare Anregung (Quant) des elastischen Feldes.
- Die Bewegung der Atome wird von Nachbar zu Nachbar weitergeleitet.
- Die Elektronen sind fest am Atom gebunden und können somit nicht zusätzlich, wie bei elektrisch leitfähigen Festkörpern, zur Wärmeleitung beitragen.

The agony of choice

- *Polymers intrinsically have a low thermal conductivity of approx. 0.2 W/mK.*
- *In order to increase this, thermally conductive additives must be added to the polymer.*
- *Heat conduction takes place through lattice oscillations, the so-called phonons. A phonon is the elementary excitation (quantum) of the elastic field.*
- *The movement of the atoms is transmitted from neighbour to neighbour.*
- *The electrons are firmly bound to the atom and therefore cannot additionally contribute to heat conduction, as is the case with electrically conductive solids.*

Typische Zusatzstoffe sind Graphite, metallische Partikel oder keramische Stoffe. Bei der Wahl des richtigen Füllstoffes kann eine Eigenschaftskombination erreicht werden, die bei metallischen Werkstoffen nicht vorhanden ist, da diese auch den elektrischen Strom leiten. Je nach Füllstoff und -menge rangiert die erreichbare Wärmeleitfähigkeit oft in einem Bereich zwischen 1 und 20 W/mK.

Typical additives are graphite, metallic particles or ceramic materials. When choosing the right filler, a combination of properties can be achieved that is not present in metallic materials because they also conduct the electric current. Depending on the filler and the quantity, the achievable thermal conductivity often ranges between 1 and 20 W/mK.

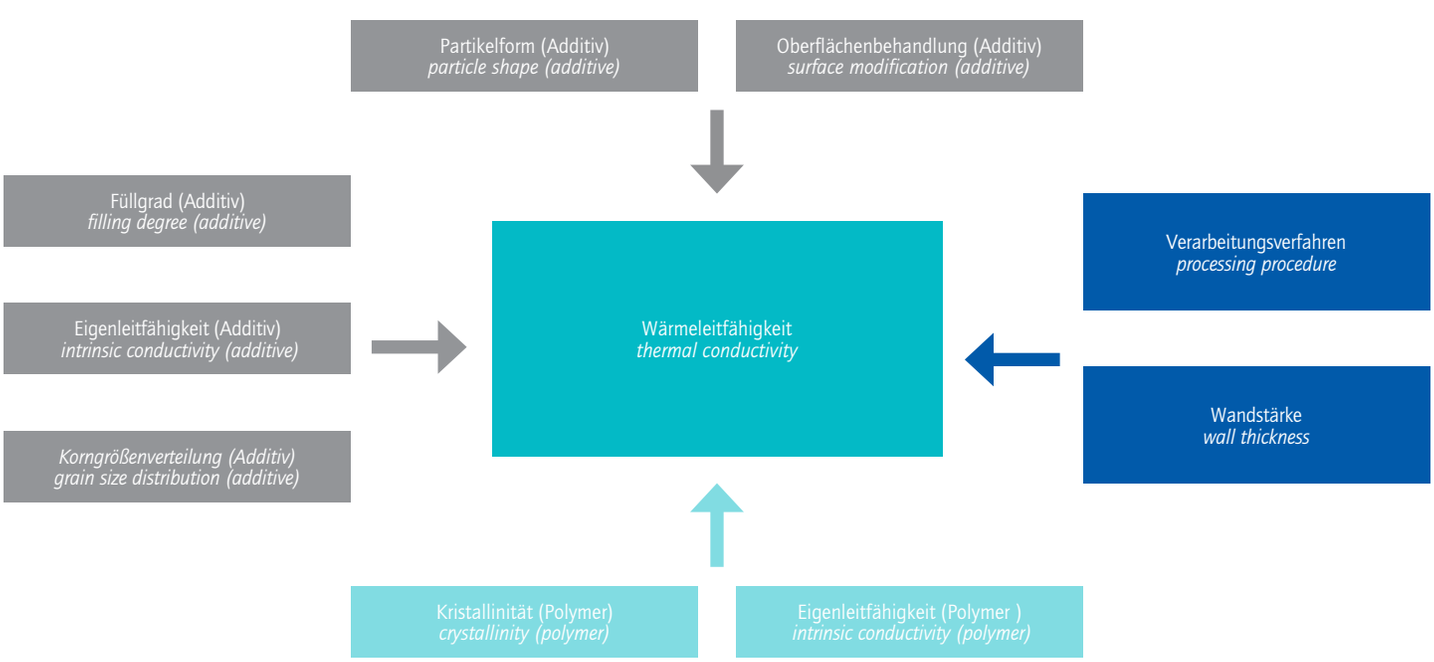
Leitfähigkeit & Widerstand | *conductivity & resistance*

Mineral *mineral*		Wärmeleitfähigkeit *thermal conductivity λ* [W/mK]	Elektrischer Widerstand *electrical resistance* [Ohm*m]
elektrisch isolierend *electrically insulative*	Magnesiumoxid | *magnesium oxide*	30	10^{20}
	Aluminiumoxid | *aluminium oxide*	30	10^{12}
	Bornitrid | *boron nitride*	30 $^{\perp}$; (400 $\parallel$)	10^{13}
	Aluminiumnitrid | *aluminium nitride*	180	10^{15}
	Alumosilikat | *aluminium silicate*	14	10^{13}
	Zinkoxid | *zinc oxide*	30	10^{11}
	Zinksulfid | *zinc sulphide*	27	10^{11}
sonstige Füllstoffe *other fillers*		Wärmeleitfähigkeit *thermal conductivity λ* [W/mK]	Elektrischer Widerstand *electrical resistance* [Ohm*m]
elektrisch leitend *electrically conductive*	Kupfer | *copper*	400	1.7×10^{-8}
	Aluminium | *aluminium*	235	2.2×10^{-8}
	Eisen | *iron*	80	1.0×10^{-7}
	Graphit | *graphite*	150	2.5×10^{-6}
	Leitruß | *conductive carbon black*	15	5×10^{-5}
	Silber | *silver*	430	16×10^{-3}
	CNT (Carbon-Nanotubes)	6000	10^{3}
	Silicium | *silicon*	150	10^{3}

Einfluss des Füllgrades auf die thermische Leitfähigkeit

Die erreichbare Wärmeleitfähigkeit hängt von folgenden Faktoren ab:

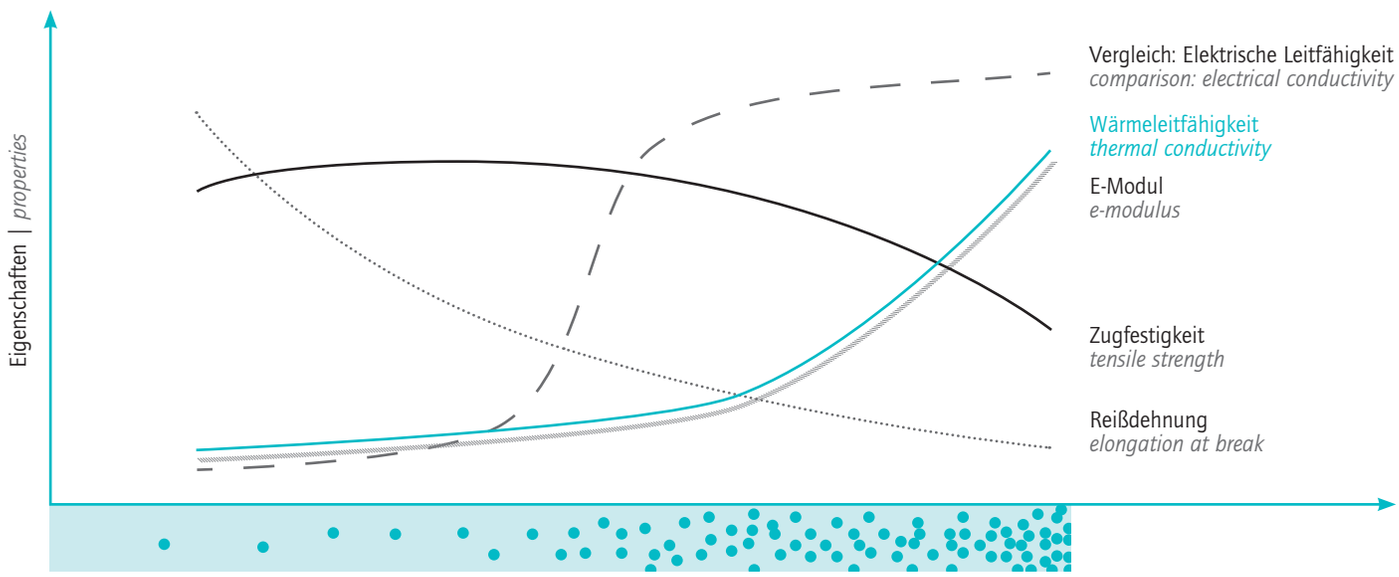
The achievable thermal conductivity depends on the following factors:



Influence of the filing degree on the heat conductivity

Neben der Wärmeleitfähigkeit beeinflussen die Füllstoffe auch andere Eigenschaften sehr stark. Mit steigendem Füllstoffanteil nimmt die Wärmeleitfähigkeit proportional zu. Gleichzeitig nimmt die Verarbeitbarkeit des wärmeleitfähigen Kunststoffs ab. Somit muss bei der Herstellung eines wärmeleitfähigen Kunststoffs immer ein Kompromiss aus Wärmeleitfähigkeit, Verarbeitbarkeit, mechanischen Eigenschaften und Werkstoffkosten getroffen werden.

In addition to thermal conductivity, fillers have a strong influence on other properties, too. With increasing filler content, the thermal conductivity increases proportionally. At the same time, the processability of the thermally conductive plastic decreases. Thus, when selecting a thermally conductive plastic, a compromise must always be made between thermal conductivity, processability, mechanical properties and material costs.



Verfügbare SILATHERM®-Produkte auf einen Blick
Available SILATHERM® products at a glance

Produkt product	SILATHERM® 1466	SILATHERM® Advance	SILATHERM® Lite	SILATHERM® Plus	SILATHERM® Ultra	SILATHERM® Next	SILATHERM® Extra
Dichte *density* [g/cm^3]	3.6	5.6	2.3	4	2.3	4	in Arbeit *in progress*
Mittlere Korngröße *medium grain size* D_{50} [µm]	2 - 15	1.5	5 - 6	5 - 73	3 - 20	2.3	in Arbeit *in progress*
Mohs Härte *Mohs hardness*	5	4	6.5	9	1	9	in Arbeit *in progress*
Eigenfarbe *intrinsic color*	Hellgrau, dunkelweiß *light grey, dark white*	Weiß *white*	Weiß *white*	Weiß *white*	Weiß *white*	Weiß *white*	Hell bis Weiß *light to white*
Wärmeleitfähigkeit *thermal conductivity*	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]
Mineral *mineral*	14	30	7	30	30⊥; (400∥)	30	*customised*
in Thermoplasten *in thermoplastics*	≤2.5	≤2.5	≤1.5	≤1.3	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*
in Duroplasten *in thermosets*	>3.0	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	>4.0	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*
in Klebstoffen *in adhesives*	>2.0	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	≤2.0	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*
in Elastomeren *in elastomers*	≤ 2.0	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	≤2.5	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*	in Arbeit *in progress*

Alle aufgeführten Werte sind Richtwerte. Die Wärmeleitfähigkeit eines Systems ist hauptsächlich vom Füllgrad, der Feinheit und der Kornform des eingesetzten Produktes abhängig. Detaillierte technische Informationen sind in Form von anwendungstechnischen Schriften verfügbar.

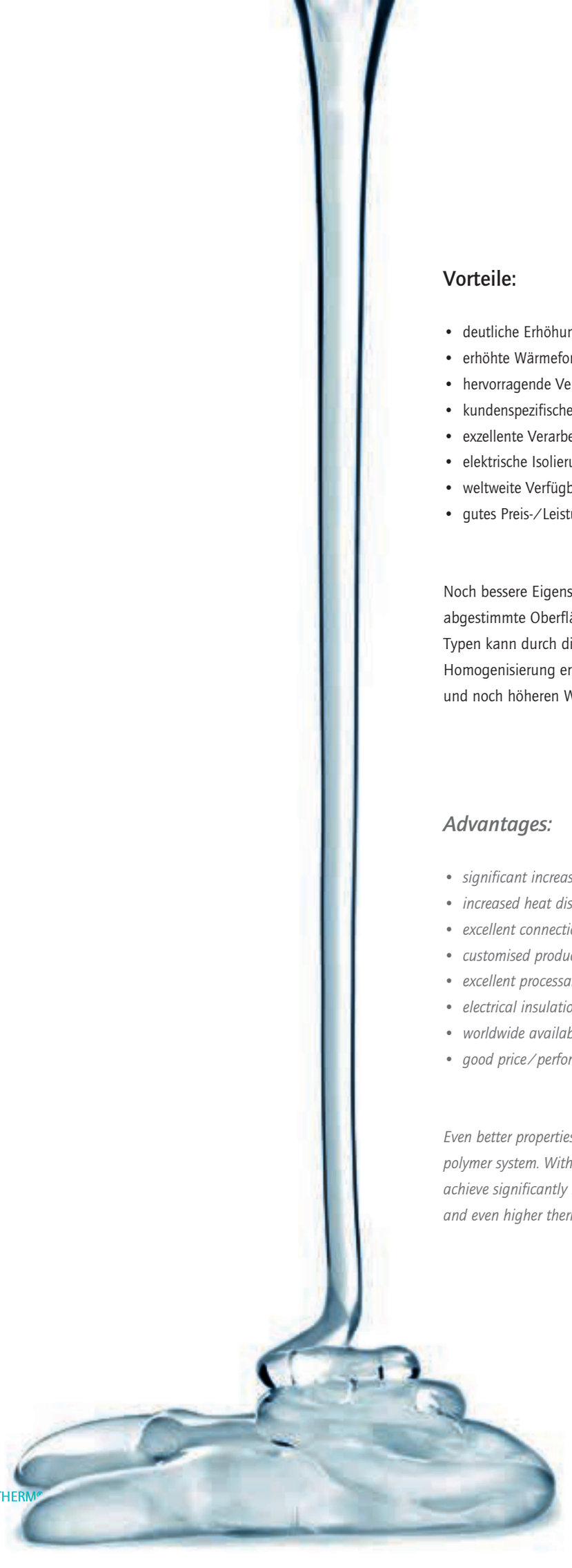
All listed values are indicative. The thermal conductivity of a system depends mainly on the degree of filling, the fineness and the grain shape of the product used. Detailed technical information is available in form of technical application notes.

Hauptanwendungen

- wärmeleitfähige thermoplastische Compounds
- wärmeleitfähige Epoxidharz-Gießmassen
- elektrische Bauelemente mit hoher energetischer Dichte
- LED-Sockel, Sensoren
- Mikroprozessoren, EMC, CCL
- TIM Materialien

Key applications

- *thermally conductive thermoplastic compounds*
- *thermally conductive epoxy resin composites*
- *electrical components with high energy density*
- *light emitting diodes, sensors*
- *microprocessors, EMC, CCL*
- *TIM material*



Vorteile:

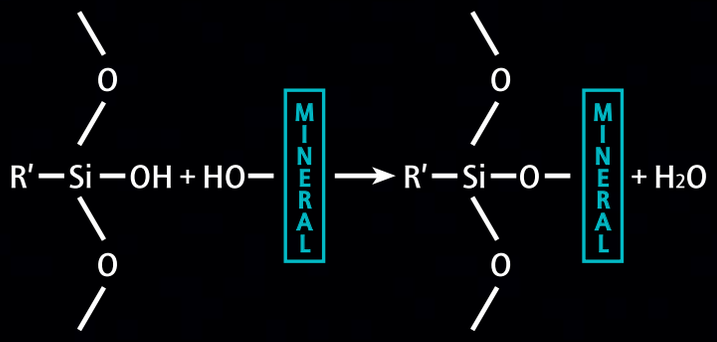
- deutliche Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit
- erhöhte Wärmeform- und Verzugsbeständigkeit sowie Isotropie
- hervorragende Verbindung zur Polymermatrix
- kundenspezifische Produktanpassungen
- exzellente Verarbeitbarkeit trotz hoher Füllgrade
- elektrische Isolierung
- weltweite Verfügbarkeit
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis

Noch bessere Eigenschaften werden durch eine auf das Polymersystem abgestimmte Oberflächenbehandlung erzielt. Bei allen SILATHERM®-Typen kann durch die Oberflächenmodifkation eine deutlich bessere Homogenisierung erreicht wrrden. Das führt zu einer besseren Mechanik und noch höheren Wärmeleitfähigkeiten.

Advantages:

- *significant increase in thermal conductivity*
- *increased heat distortion resistance, isotropy and warpage resistance*
- *excellent connection to the polymer matrix*
- *customised product adaptations*
- *excellent processability despite high filling levels*
- *electrical insulation*
- *worldwide availability*
- *good price/performance ratio*

Even better properties are achieved by surface treatment tailored to the polymer system. With all SILATHERM® grades, the surface modification can achieve significantly better homogenisation. This leads to better mechanics and even higher thermal conductivities.



Silanisierungsreaktion an der Mineraloberfläche
Silan reaction at the surface of the mineral

Silanisierung für noch bessere Eigenschaften
Silanisation for even better properties

HPF The Mineral Engineers

Einige unserer Produkte sind mit STOT RE Kat. 1 oder 2 gemäß der europäischen CLP-Verordnung (EG/1272/2008) gekennzeichnet. Detailinformationen pro Produkt sind dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.
Die in dieser anwendungstechnischen Mitteilung aufgeführten Werte wurden nach bestem Wissen ermittelt und dargestellt. Wir bitten jedoch um Verständnis dafür, dass wir keine Haftung für die Ergebnisse im Einzelfall und für die Eignung und Vollständigkeit unserer Empfehlungen übernehmen und nicht dafür einstehen können, dass Schutzrechte Dritter beeinträchtigt werden.
Die Verwendung des Zeichens ® bedeutet, dass der Markennamen in mindestens einem oder mehr aber nicht in allen Ländern eingetragen ist. Zur weiteren Beratung stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Auf kaolinhaltigem Papier gedruckt.

Some of our products are classified into the STOT RE cat. 1 or 2 according to the European CLP Regulation (EC/1272/2008). More detailed information is available from the respective material safety data-sheet.
The figures documented in this application technique report were collected and shown to the best of our knowledge. However, we ask for understanding that we cannot take over liability for the results in individual cases and for the suitability and completeness of our recommendations, and cannot guarantee that no third-party patent rights are restricted.
The use of the symbol ® herein signifies the registration of the associated trademark in one or more, but not all, countries. We are available for further questions and consultation. Printed on paper containing kaolin.

01.2021

Weitere Informationen unter:
For further information:

www.quarzwerke.com/produkte/high-performance-fillers/silatherm

HPF The Mineral Engineers

Quarzwerke GmbH
Augustinusstr. 9D
D-50226 Frechen

fon:+49 (0) 22 34 / 101-439
fax:+49 (0) 22 34 / 101-480

sales@hpfminerals.com
www.hpfminerals.com

HPF **The Mineral Engineers**
A DIVISION OF QUARZWERKE GROUP