

Newsletter  
**STAR-THERM®**



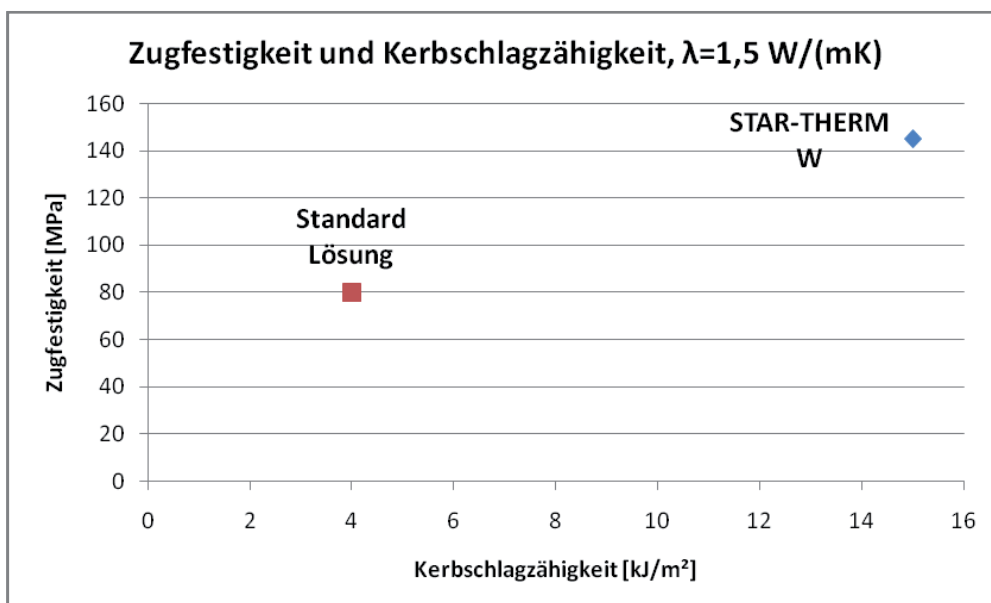
Die **STAR-THERM® W** - Reihe ist unsere Gruppe hochfester, wärmeleitfähiger Kunststoffe, die im Bereich Elektronik und Automobilelektronik eingesetzt werden. Bedingt durch die fortschreitende Miniaturisierung entstehen hier immer höhere Temperaturen, sodass die Fehlerquote exponentiell ansteigt. Um diese temperaturbedingte Fehlerquote zu senken, braucht man einen elektrisch isolierenden, aber thermisch leitfähigen Werkstoff: **STAR-THERM® W**.

Anwendungsgebiete für **STAR-THERM® W** sind z. B. Spulenkörper, Relais, Toroidaltransformatoren, Stufenmotoren, heat sinks oder Lichtarmaturen.

**STAR-THERM®: Große Vorteile gegenüber traditionellen Lösungen**

Die einzigartige **STAR-THERM®** Technologie bietet eine Reihe signifikanter Vorteile gegenüber herkömmlichen Lösungen auf diesem Gebiet:

- deutlich höhere Festigkeiten, sodass mit dünneren Wandstärken konstruiert werden kann. Dünnere Wandstärken bedeuten geringere Materialkosten, aber auch bessere Wärmeleitfähigkeit des kompletten Systems.
- homogene Wärmeleitfähigkeit in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung: Bei traditionellen Lösungen ist die Wärmeleitfähigkeit quer zur Fließrichtung oftmals deutlich schlechter als in Fließrichtung.
- höhere Schlagzähigkeit
- sehr gutes Fließverhalten
- elektrisch isolierend
- geringe Abrasivität für Spritzgussanlage und Werkzeug



Grafik 1: Mechanische Eigenschaften von **STAR-THERM® W** gegenüber Standardlösungen

**Newsletter**  
**STAR-THERM®**

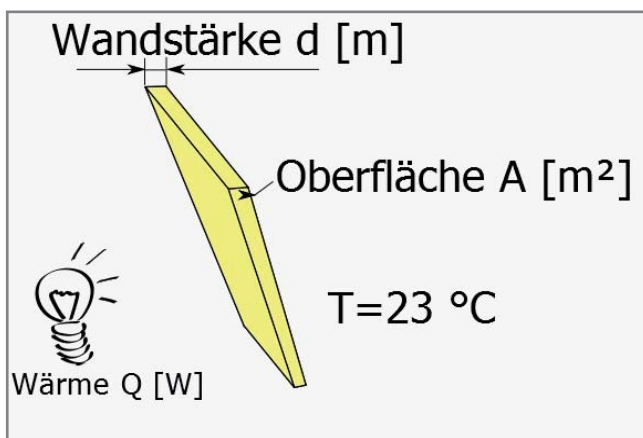
**Wärmeableitung: Wie funktioniert dies?**

Die Wärmeableitung eines Systems ist abhängig von verschiedenen Parametern:

- Die Wärmeleitfähigkeit des ummantelnden Werkstoffes: Wie viel Energie kann durch ein Material pro Zeiteinheit durchfließen. Es geht hier um einen Werkstoffparameter, der ausgedrückt wird in dem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten  $\lambda$  in  $W/(mK)$ . **STAR-THERM® W** hat einen hohen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten. Neben der Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes ist hier auch die Wandstärke eminent wichtig: Eine dünnere Wandstärke ergibt höheren Energiedurchfluss. Die hohe Festigkeit der **STAR-THERM® W** - Reihe erlaubt sehr dünnwandige Konstruktionen.

- Wärmeübergang vom ummantelnden Werkstoff auf das Kühlmedium: Wie viel Energie kann pro Zeiteinheit auf das Kühlmedium übertragen werden. Dieser Parameter ist prinzipiell unabhängig vom Material, und fast ausschließlich abhängig vom Kühlmedium. Der Wärmeübergangskoeffizient  $h$  wird ausgedrückt in  $W/(m^2K)$ . Auch hier spielt die Teilegeometrie eine Rolle: Eine größere Oberfläche erlaubt mehr Energieübertragung. Durch das extrem gute Fließverhalten der **STAR-THERM® W** - Reihe ist es möglich, über dünnwandige Rippen die Oberfläche maximal zu vergrößern.

Die Effekte werden am besten anhand eines Rechenbeispiels erklärt :



Wenn die Energiequelle eingeschaltet wird, entsteht nach einer gewissen Zeit eine Gleichgewichtssituation, das heißt, es wird genau so viel Energie über die Ummantelung abgeführt, wie die Energiequelle erzeugt. Für das Rechenbeispiel gehen wir aus von  $Q = 10$  Watt.

Um die entstehenden Temperaturen zu berechnen, fangen wir bei der Umgebungsseite mit einer Temperatur von  $23\text{ °C}$  an.

Die Temperatur der Außenhaut wird gegeben von folgender Formel:

$$Q = h \cdot A \cdot (T_{\text{Raum}} - T_{\text{Außen}}) \quad [1] \quad \text{oder:} \quad T_{\text{Außen}} = \frac{Q}{h \cdot A} + T_{\text{Raum}} \quad [2]$$

Aus [2] geht hervor: Je niedriger der Wärmeübergangskoeffizient, desto höher  $T_{\text{Außen}}$ . Gehen wir aus von  $Q = 10$  Watt, Oberfläche  $A = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  und  $h = 50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (= nicht bewegende Luft), dann folgt aus [2]  $T_{\text{Außen}} = 90\text{ °C}$ .

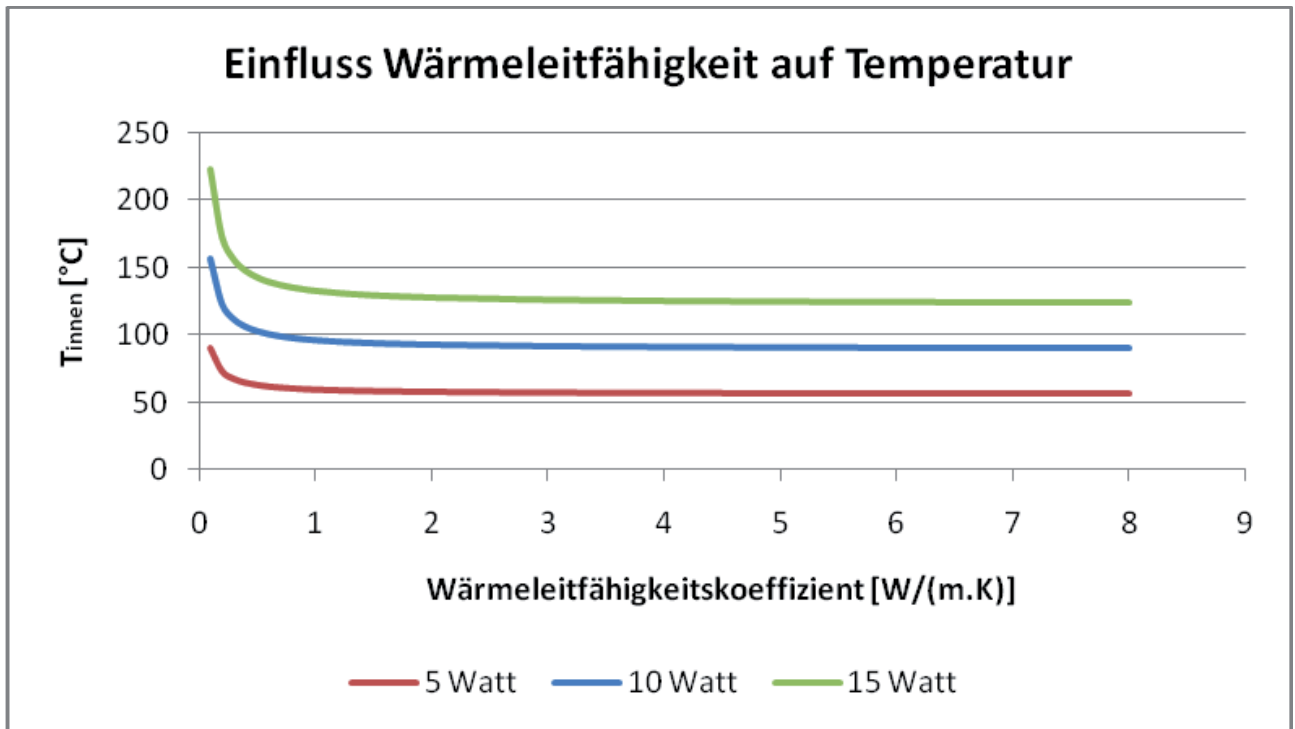
Der Wärmedurchgang durch das Material wird gegeben durch:

$$Q = \lambda \cdot \frac{A}{d} \cdot (T_{\text{Innen}} - T_{\text{Außen}}) \quad [3] \quad \text{oder:} \quad T_{\text{Innen}} = \frac{Q \cdot d}{\lambda \cdot A} + T_{\text{Außen}} \quad [4]$$

Bei  $Q = 10$  Watt, Oberfläche  $A = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ , Wandstärke  $d = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  (2 mm) und Wärmeleitfähigkeitskoeffizient  $\lambda = 1,5 \text{ W}/(\text{mK})$ :

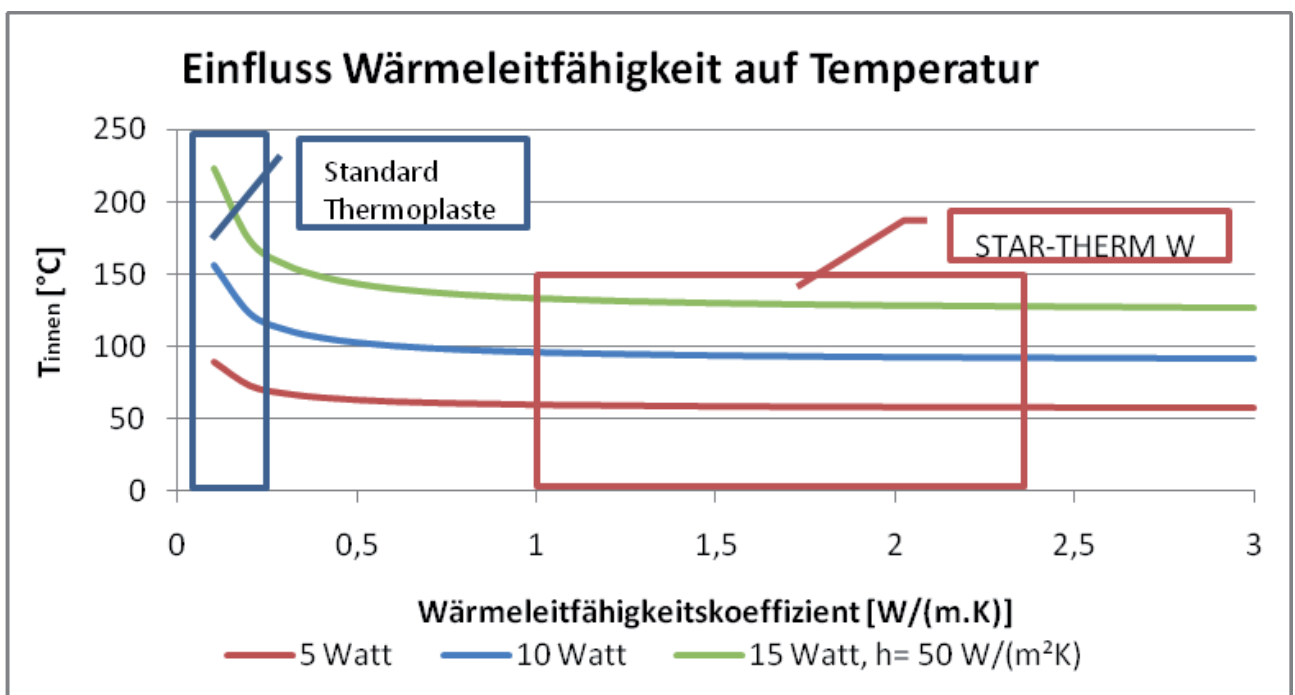
$$T_{\text{Innen}} = 4,4 + T_{\text{Außen}} = 94,4\text{ °C}$$

Auf Seite 3 ist in Grafik 2 der Einfluss des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten auf  $T_{\text{Innen}}$  bei diesen Bedingungen zu sehen.



Grafik 2: Anhand gezeigten Rechenbeispiels: Einfluss Wärmeleitfähigkeit auf Temperatur.

Aus Grafik 1 geht hervor, dass ein Wärmeleitfähigkeitskoeffizient über ca. 2 W/(m.K) keine weitere Verbesserung der Temperatur ergibt. Ausschlaggebend hierfür ist, dass die Wärmeübertragung eine unüberwindbare Barriere aufbaut, wodurch eine bessere Wärmeleitfähigkeit überhaupt nicht erreicht werden kann.



Grafik 3: Vergleich Standardthermoplaste zu STAR-THERM® W.

## Newsletter

**STAR-THERM®**

### Temperaturleitfähigkeit

Die Temperaturleitfähigkeit oder Temperaturleitzahl, gelegentlich auch „Wärmediffusivität“ (von engl. thermal diffusivity), ist eine Materialkonstante, die ein Maß für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Temperaturänderung in einem Körper angibt. Eine Temperaturänderung pflanzt sich umso rascher fort, je größer das Wärmeleitvermögen ist und je kleiner die spezifische Wärmekapazität und die Dichte sind.

Die Temperaturleitfähigkeit (Einheit  $m^2/s$ ) beschreibt im Gegensatz zur Wärmeleitfähigkeit nicht nur das stationäre Verhalten bei der Wärmeleitung, aber auch die dynamischen Effekte, wie sie etwa bei der Aufheizung eines Gehäuses entstehen. Wie warm oder kalt sich ein Körper "anfühlt", wird im ersten Moment durch die Temperaturleitfähigkeit bestimmt; nur im stationären Temperaturfeld beschreibt die Wärmeleitfähigkeit den Energietransport.

**STAR-THERM® W** besitzt eine Temperaturleitfähigkeit, die im Bereich von Cr-Ni Stahl liegt:

- PA66 GF50: 0,2  $10^{-6} m^2/s$
- Beton: 0,5  $10^{-6} m^2/s$
- **STAR-THERM® W**: 2,5  $10^{-6} m^2/s$
- Cr-Ni Stahl: 3,8  $10^{-6} m^2/s$
- Konstruktionsstahl: 12  $m^2/s$
- Aluminium: 98  $m^2/s$

### Produktpalette

Die **STAR-THERM® W** - Produktreihe umfasst Produkte auf Basis PA, PBT und PP. Spezialeinstellungen auf Basis Hochtemperaturpolymere wie zum Beispiel PPA, PPS oder PEEK sind auch möglich.

### Technische Daten

Physikalische Eigenschaften   physical properties			STAR-THERM® W		
			T-2	A-2	P-2
Basispolymer   Base polymer			PBT	PA66	PP
Dichte   density 23 °C	ISO 1183	g/m <sup>3</sup>	1.7	1.56	1.3
Schwindung (Fließrichtung)   shrinkage (flow direction)	S.O.P.	%	0.25	0.25	0.45
Wasseraufnahme   water absorption 23 °C, 50% r.h   r.f.	ISO 62	%	0.2	1	0.01
Wasseraufnahme   water absorption 23°C, Sätt, sat.		%	0.4	3.2	0.02

Mechanische Eigenschaften   mechanical properties					
Zugfestigkeit   tensile strength 23 °C	ISO 527	MPa	120	145	65
Zugfestigkeit   tensile strength 90 °C	ISO 527	MPa			40
Zugfestigkeit   tensile strength 120 °C	ISO 527	MPa			
Bruchdehnung   elongation at break 23 °C	ISO 527	%	1.5	2	2.5
Zug E-Modul   tensile modulus 23 °C	ISO 527	MPa	13,500	12,500	5,300
Zug E-Modul   tensile modulus 90 °C	ISO 527	MPa			3,600
Zug E-Modul   tensile modulus 120 °C	ISO 527	MPa			
Biegefestigkeit   flexural strength 23 °C	ISO 178	MPa	160	180	80
Biege E-Modul   flexural modulus 23 °C	ISO 178	MPa	12,900	12,500	4,800
Charpy Schlagzähigkeit   charpy impact, unnotched 23 °C	ISO 179	kJ/m <sup>2</sup>	40	55	35
Charpy Kerbschlagzähigkeit   charpy impact, notched 23 °C	ISO 179	kJ/m <sup>2</sup>	10	15	9

## Newsletter

**STAR-THERM®**

### Technische Daten

Thermische Eigenschaften   thermal properties					
Wärmeformbeständigkeit   HDT/A 0.45 N	ISO 75	°C	220	255	150
Wärmeformbeständigkeit   HDT 1.82 N	ISO 75	°C	220	253	148
Wärmeleitfähigkeit   thermal conductivity	ISO 8301	W/(mK)	2.5	2	2
Wärmeausdehnungskoeffizient   CLTE 23°C	ISO 7991	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>			35

Elektrische Eigenschaften   electrical properties					
Durchschlagfestigkeit   Di-electric strenght	IEC 60243-1	kV/mm	31	36	45
CTI	IEC 112	V	300	600	600
Oberflächenwiderstand   surface resistivity	ASTM D257	Ω/sq	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>
UL	UL94B		HB	HB	HB