

(1) PERMA-FOIL™-Walzprodukte

(2) Beispiele für PERMA-FOIL™-Stanzprodukte

(3) Beispiele für PERMA-FOIL™-Stanzprodukte

# Merkmale von PERMA-FOIL™

PERMA-FOIL™ ist eine geschützte Bezeichnung für die von Toyo Tanso mit der eigenen Fertigungstechnologie entwickelte flexible Graphitfolie. Es handelt sich um ein aus Graphit gefertigte Folie, das aus ausgewähltem säurebehandeltem natürlichem Graphit geformt und nach der Expansion bei hohen Temperaturen anschließend gepresst wird. Als Rohmaterial wird nur natürlicher Graphit verwendet, der sich durch seine hohe Elastizität sowie eine herausragende Wärmebeständigkeit und chemische Beständigkeit auszeichnet. Weitere Merkmale sind die hohe Kompressions-Rückfederungsrate, die hervorragende Gasundurchlässigkeit und die hohe Wärmeleitfähigkeit.

## ■ Hervorragende Selbstschmierung

PERMA-FOIL™ verfügt aufgrund seiner geschichteten Kristallstruktur über selbstschmierende Eigenschaften. Daher eignet sich das Material für den Einsatz in Hochtemperatur-Atmosphären sowie in Bereichen, in denen Flüssigkeiten und Schmiermittel vermieden werden. Verglichen mit anderen Materialien ist insbesondere sein Reibungskoeffizient gering, so dass es kaum zur Haftung kommen kann.

## ■ Stabil über einen großen Temperaturbereich

Da PERMA-FOIL™ nur aus natürlichem Graphit und ohne Bindemittel hergestellt wird, ist es über einen großen Temperaturbereich stabil (-200 bis 3.200 °C in inerter Atmosphäre).

## ■ Elastizität, Kompressions-Rückfederungseigenschaften

Unsere Graphitfolie weist eine hohe Elastizität und Rückfederungsrate bei Druckbeaufschlagung auf, wie sie bei bestehenden Graphit-Produkten bislang nicht erzielt werden konnte. Dank der guten Anpassungsfähigkeit an andere Materialien eignet es sich ideal für Dichtungszwecke.

## ■ Hervorragende chemische Beständigkeit

PERMA-FOIL™ verfügt über eine hervorragende chemische Beständigkeit (Säuren, Basen) und ist chemisch stabil.

## ■ Exzellente Wärme- und elektrische Leitfähigkeit

Die Wärme- und die elektrische Leitfähigkeit sind parallel zur Oberfläche hervorragend und PERMA-FOIL™ eignet sich ideal für die Wärmeabführung und die Wärmeübertragung.

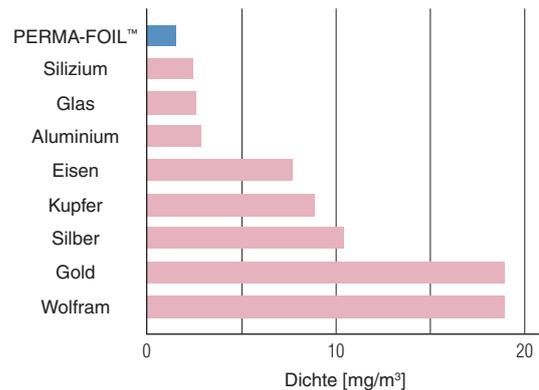
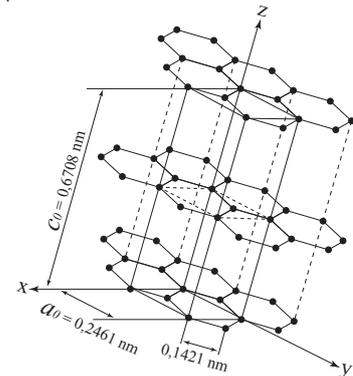
\* Patentnummer 3691836

## ■ Übertreffende Reinheit

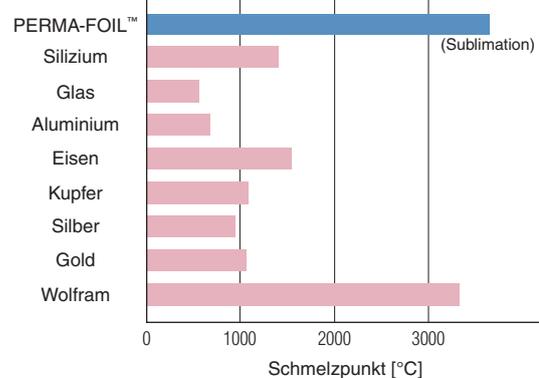
Produkte, die einer Hochtemperaturbehandlung mit Halogengasen unterzogen wurden, besitzen einen hohen Reinheitsgrad. Aufgrund seiner extrem hohen Reinheit eignet sich das Material besonders für Bauteile, die in der Halbleiter-, IT- und Kernenergieindustrie verwendet werden.

\* Patentnummer 2620606

Kristallstruktur von Graphit



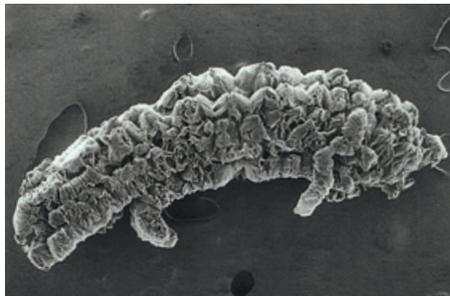
Verglichen mit anderen Metallen ist es extrem leicht.



Es verfügt über eine herausragende Wärmebeständigkeit.

# Fertigungsprozess

Expandierter Graphit

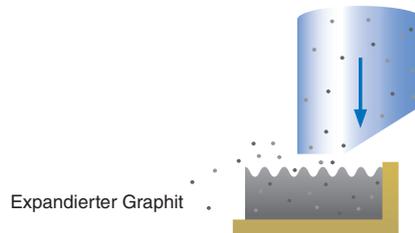


Durch die Wärmebehandlung wird aus säurebehandeltem Graphit expandierter Graphit.

Säurebehandelter Graphit

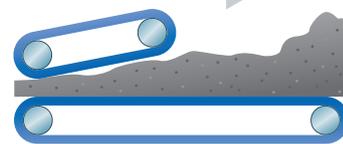


Expandierungsprozess

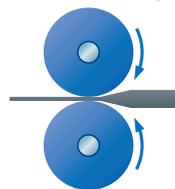


Expandierter Graphit

Vorformung



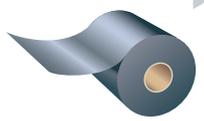
Walzen



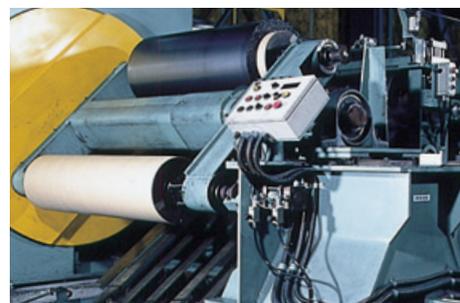
Wickeln



Materialrolle



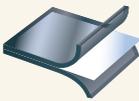
Überprüfung



PERMA-FOIL™

# Materialien und Anwendung

PERMA-FOIL™ besitzt hervorragende Dichteigenschaften sowie eine exzellente Haltbarkeit und Bearbeitbarkeit. Unsere hochreinen Produkte haben unseren einzigartigen Reinigungsprozess durchlaufen und eignen sich optimal als Komponenten in der Kernenergieindustrie, als Distanzelemente und Packungen in der Halbleiterindustrie, als Kühlbleche in der Elektronikindustrie usw. Für eine Vielzahl von Anwendungen bieten wir Produkte entsprechender Güte an, so etwa Kraftfahrzeugdichtungen, allgemeine Industriepackung, Teile für Halbleitfertigungsanlagen, korrosionsbeständige Dichtungen, Anwendungen der IT-Branche und vieles andere mehr. Unsere Produkte bieten wir in sehr unterschiedlichen Größen und Formen an, wie Rollen, geschnittene Platten und vom Kunden vorgegebene Formen.

Material	Eigenschaften	Anwendung	Lieferform
PF	PERMA-FOIL™-Standardprodukte		
PF-R2	Ausführung mit höherer Wärmebeständigkeit als Standardprodukte	Kfz-Dichtungen Allgemeine Industriepackung	
PF-HP	Produkte mit geringem Aschegehalt		Walzprodukte Geschnittene Produkte
PF-G3	Ausführung mit höherer Korrosionsbeständigkeit und Wärmebeständigkeit als R2-Produkte		Wärmebeständige Dichtung Packung
PF-UHP, UHPU, UHPL	Produkte hoher Reinheit	Teile für Reinigungsöfen für Halbleiter- und Kernenergieanwendungen. Wärmeleitendes Material Wärmeableiter,	
PF-A	Bondingprodukte (Dicke $\geq 1,5$ mm)	Wärmeisolierendes Material Allgemeine Industriepackung	
PF-SUS, AL	Mit SUS-, AL-Folie kaschierte Produkte	Kfz-Dichtungen Allgemeine Industriepackung	
Gather Sheet S	Schichtplatten mit Klebeband	Flanschdichtung	
PF-Pulver4, 8F	Produkte aus pulverisiertem expandiertem Graphit	Allgemeine Industriepackung Batterieteile	Pulver

\* Die verfügbaren Abmessungen erfragen Sie bitte in unserer Vertriebsabteilung.

# Eigenschaften

## Typische Eigenschaften

Parameter	Einheit	Material					
		PF	PF-R2	PF-HP	PF-G3	PF-UHPL	PF-UHR, UHPU
Betriebstemperatur	°C	-200 bis 3200					
Dicke	mm	0,2 bis 1,0	0,2 bis 1,5	0,05 bis 1,0	0,2 bis 1,0	0,38	0,1 bis 1,5
Dichte	mg/m <sup>3</sup>	0,5 bis 1,1	0,5 bis 1,1	0,5 bis 2,0	0,5 bis 1,1	1,0	1,0, 0,9
Oxidationsverlust	Masse-%	40	25	40	3	5	5
Anfangsoxidationstemperatur	°C	440	730	630	850	820	820
Zugfestigkeit	MPa	4,9	5,2	4,9	5,1	6,3	6,3
Schwefelgehalt	Masse-ppm	1000	1000	1000	1000	<1	<1
Chlorgehalt	Masse-ppm	<10	<10	<10	<10	<3	<3
Kompressionsrate	%	47					
Rückfederungsrate	%	15					
Entspannungsrate	%	1,0					
Aschegehalt	Masse-%	0,5	0,5	0,1	0,5	<20 Masse-ppm	<10 Masse-ppm
pH	-	5,1	5,1	5,1	5,1	7,0	7,0
Gaspermeabilität (Stickstoff, 0,1 MPa Differenzdruck)		1,3 x 10 <sup>-10</sup>					
Wärmeausdehnungs- koeffizient	Parallel zur Oberfläche	5 x 10 <sup>-6</sup>					
	Senkrecht zur Oberfläche	2 x 10 <sup>-4</sup>					
Wärme- leitfähigkeit (25 °C)	Parallel zur Oberfläche	200					
	Senkrecht zur Oberfläche	5					
Spezifischer elektrischer Widerstand (25 °C)	Parallel zur Oberfläche	7					
	Senkrecht zur Oberfläche	1000					
Entflammbarkeit	-	Entsprechend UL94 V-0					

\* Die vorstehenden Werte sind typische Werte und werden nicht garantiert.

\* Eigenschaftendaten mit einer Dichte von 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

\* Oxidationsverlust ist das Ergebnis der Messung über 1 Stunde bei 670 °C.

\* Die Oxidationsanfangstemperatur ist die Temperatur beim Beginn des Masseverlusts, gemessen mit einer Thermowaage in der Luftatmosphäre.

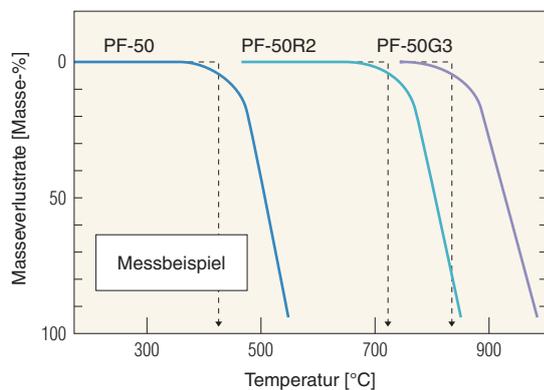
\* Der Messtemperaturbereich für den Wärmeausdehnungskoeffizienten beträgt 300 bis 400 °C.

\* Für jede Material, Dicke und Dichte gibt es eine Standardgröße.

\* Je nach Größe, Dicke und Dichte gibt es Größenbeschränkungen.

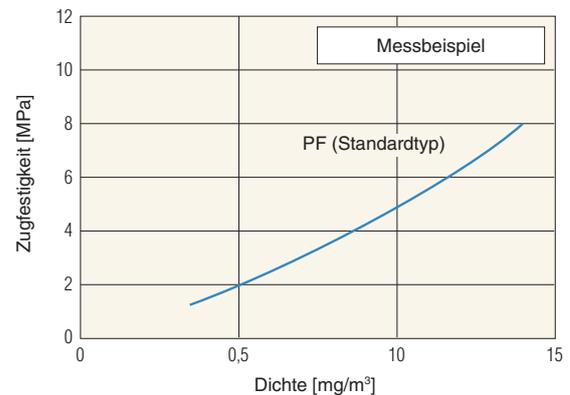
Wenden Sie sich unbedingt an unsere Vertriebsabteilung, um sich über die am besten geeigneten Materialien beraten zu lassen, bevor Sie unsere Produkte verwenden.

## Anfangsoxidationstemperatur



Wir bieten verschiedene Materialien für die Kundenanforderungen in Bezug auf die Wärmebeständigkeit an.

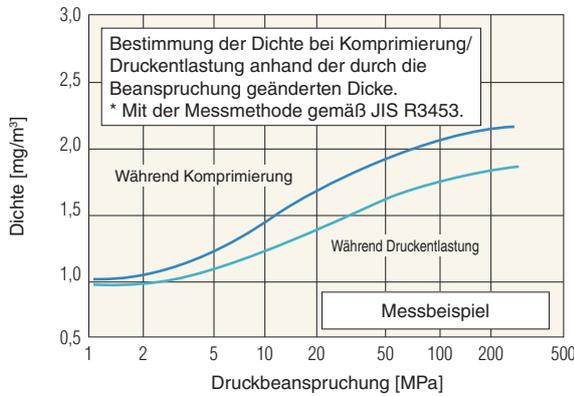
## Beziehung zwischen Dichte und Zugfestigkeit



Produkte mit hoher Dichte haben eine hohe Festigkeit.

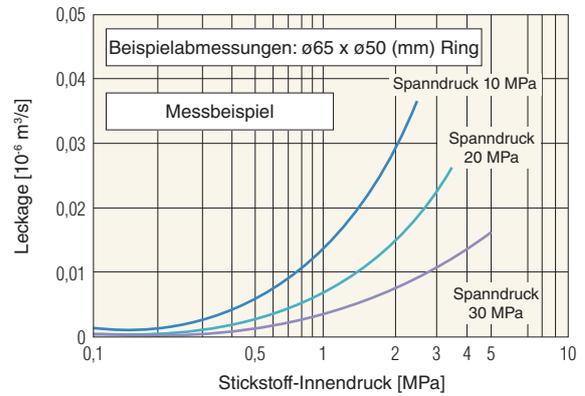
# Eigenschaften

## ■ Beziehung zwischen Dichte und Druckbeanspruchung bei Komprimierung und Druckentlastung (PF-50)



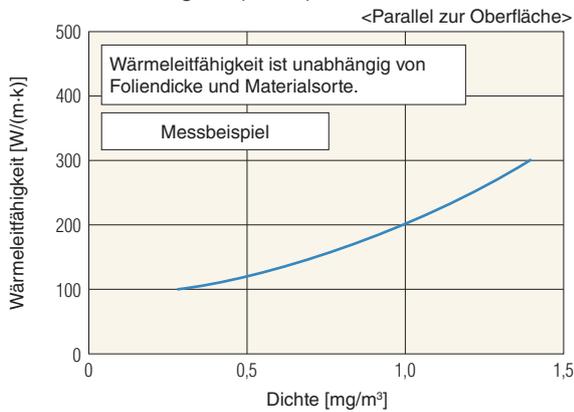
Überragende Kompressibilität/Rückfederung

## ■ Beziehung zwischen Spanndruck und Leckage (PF-50)



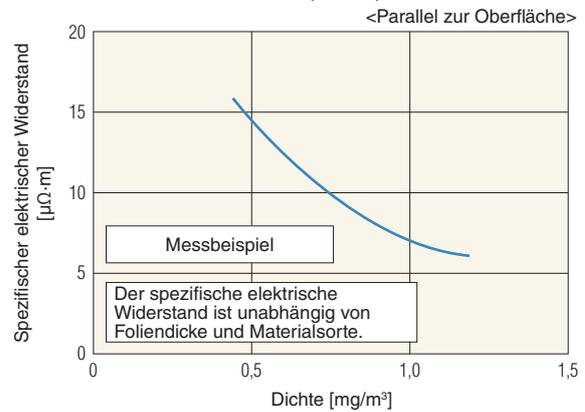
Hohe Dichtfähigkeit

## ■ Beziehung zwischen Dichte und Wärmeleitfähigkeit (25 °C)

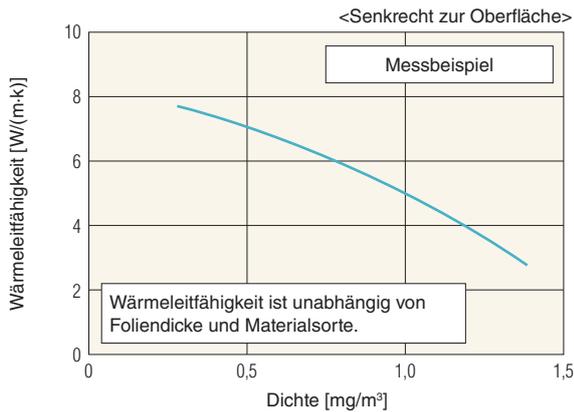


Die Wärmeleitfähigkeit parallel zur Oberfläche ist hervorragend.

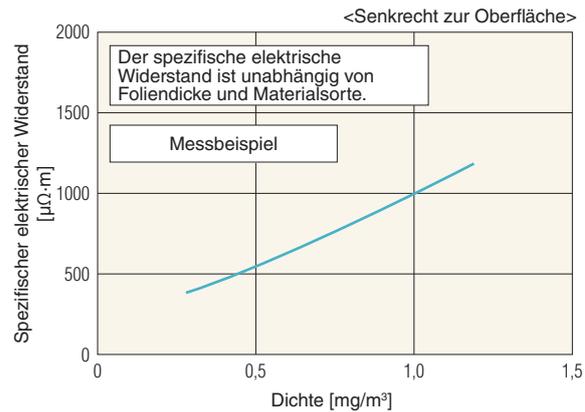
## ■ Beziehung zwischen Dichte und spezifischem elektrischem Widerstand (25 °C)



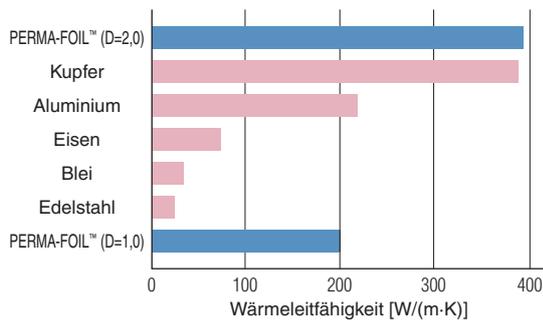
Der spezifische elektrische Widerstand parallel zur Oberfläche ist gering.



Die isolierenden Eigenschaften senkrecht zur Oberfläche sind hervorragend.

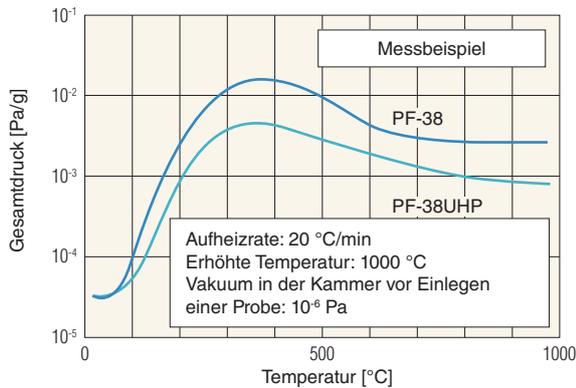


Der spezifische elektrische Widerstand senkrecht zur Oberfläche ist hoch.



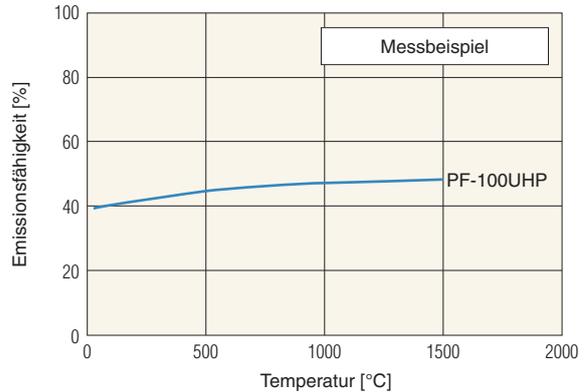
Produkte mit hoher Dichte haben eine extrem hohe Wärmeleitfähigkeit.

■ Thermodesorptionspektrum (TDS)



Hat eine extrem niedrige Gasemission.

■ Emissionsfähigkeit



■ Chemische Beständigkeit

Chemische Substanz	Konzentration (Masse-%)	Raumtemperatur (30 Tage Eintauchen)			50 °C (30 Tage Eintauchen)			85 °C (6 Stunden Eintauchen)		
		Dickenzunahme	Gewichtszunahme	Aussehen	Dickenzunahme	Gewichtszunahme	Aussehen	Dickenzunahme	Gewichtszunahme	Aussehen
Schwefelsäure	90				△	X	○	△	X	○
	95	△	X	△	△	X	X			
Salpetersäure	10	○	○	○	○	○	○			
	20	○	○	○	○	○	○			
Schwefelsäure + Salpetersäure = 9:1		X	X	X						
Salzsäure	36				○	○	○	○	○	○
Phosphorsäure	85				○	△	○	○	△	○
Flusssäure	46	○	○	○						
Salmiakgeist	28	○	○	○						
Natriumhydroxid	25	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Methanol	100	○	○	○						
Aceton	100	○	○	○						
Benzin	100	○	○	○						

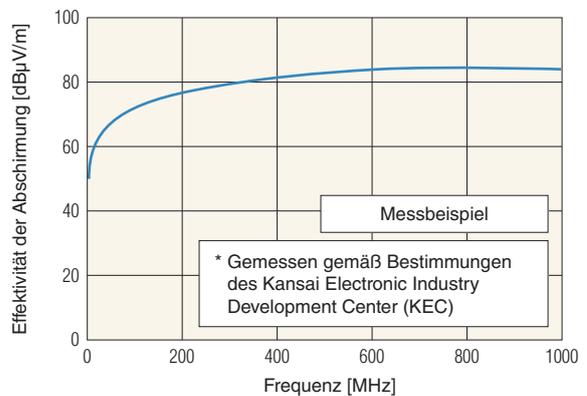
\* ○---Keine Änderung \* △---Geringe Änderung \* X---Deutliche Änderung  
\* Die chemische Beständigkeit ist unabhängig von Foliendicke und Material.

■ Anfangsreaktionstemperaturen bei verschiedenen Substanzen

\* Aus anderen Veröffentlichungen entnommen

Reaktionspartner	Anfangsreaktionstemperatur	Verbindungen der Reaktion
Siliziumdioxid	1250 °C	CO, Si, SiC
Kupfer	Keine Reaktion	—
Magnesium	Keine Reaktion	—
Eisen	600 bis 800 °C	Fe <sub>3</sub> C
Kobalt	218 °C	CoC, Co <sub>3</sub> C
Blei	Keine Reaktion	—
Aluminiumoxid	1280 °C	CO, Al, Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>
Magnesiumoxid	1350 °C	CO, Mg
Zirkoniumoxid	1300 °C	CO, Zr, ZrC

■ Elektromagnetische Abschirmungseigenschaften (PF-50)



Hohe elektromagnetische Abschirmung.

■ Beispiel einer Verunreinigungsanalyse Einheit: Masse-ppm

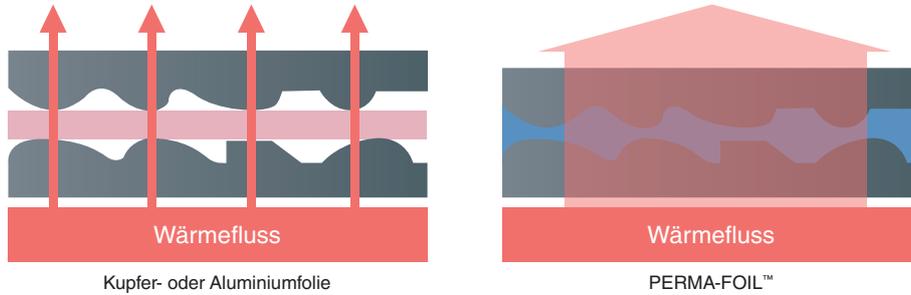
Element	Element	
	Normale Produkte	Produkte hoher Reinheit
Li	<0,01	<0,01
Na	46	<0,05
K	1,9	<0,1
Cu	1,0	<0,08
Be	<0,02	<0,02
Mg	0,7	<0,02
Ca	40	<0,04
Zn	<0,1	<0,1
Al	90	<0,08
V	0,7	<0,07
S	1000	<1,0
Fe	160	<0,04
Ni	<0,1	<0,1

Toyo Tanso bietet eine Vielzahl von Kohlenstoff- und Graphit-Materialien für verschiedene Anforderungen an. Wenden Sie sich unbedingt an unsere Vertriebsabteilung, um sich über die am besten geeignete Materialien beraten zu lassen, bevor Sie unsere Produkte verwenden.

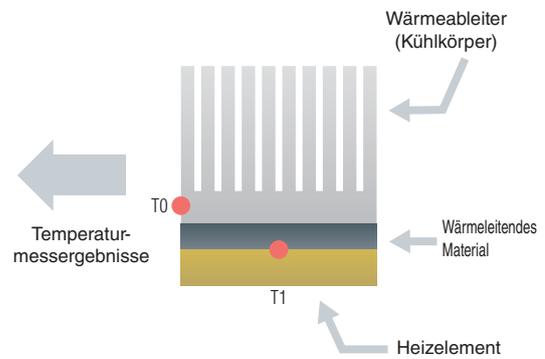
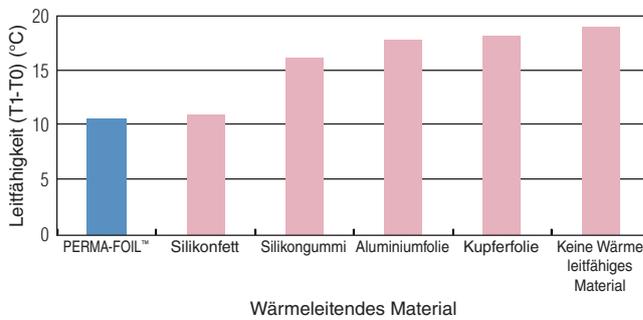
# Hervorragende Wärmeleitungs- und Druckausgleichseffekte von PERMA-FOIL™

## ■ Wärmeleitungseffekte

PERMA-FOIL™ besitzt eine hohe Wärmeleitfähigkeit parallel zur Oberfläche sowie eine Elastizität, die das Anhaften an anderen Materialien ermöglicht, wodurch die Wärmeübertragung von der Wärmequelle zum Kühlkörper verbessert wird.

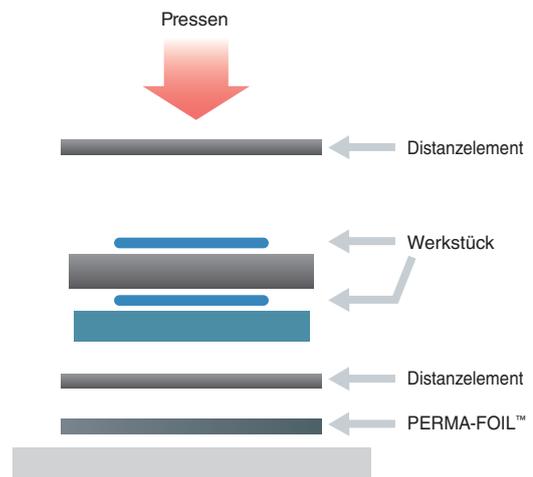
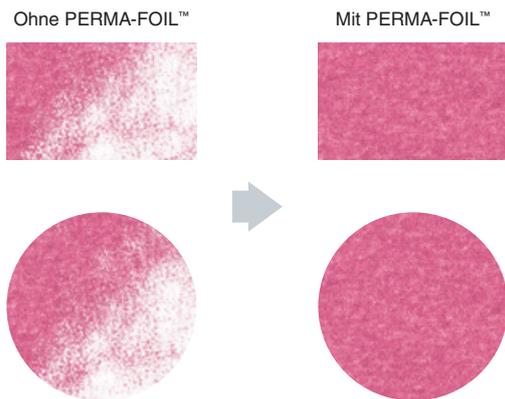


Vergleich der Wärmeleitfähigkeit



## ■ Druckausgleichseffekte

PERMA-FOIL™ verfügt über ein hohes Dämpfungsvermögen, das beim Warmpressen und Warmkleben das gleichmäßige Aufbringen von Druck auf das Substrat ermöglicht



## ● Beispielanwendungen

- Komponenten für Halbleiterfertigungsanlagen
- Wärmeübertragungsanwendungen bei elektronischen Geräten
- Kfz-Dichtungen
- Verpackungsmaterial für Chemiewerke
- Isoliermaterial für Ofeninnenräume
- Hochreine Komponenten für Ofeninnenräume