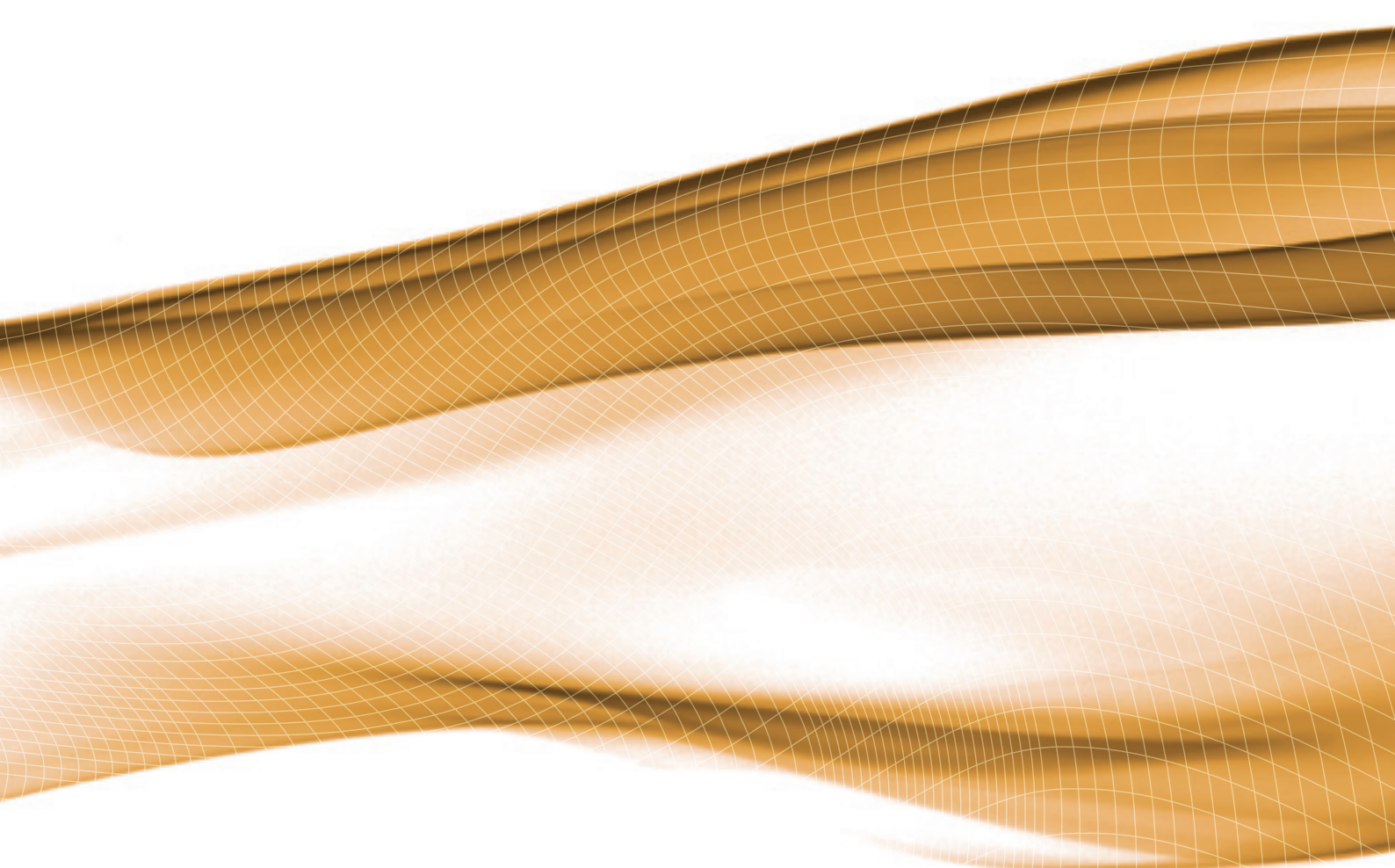


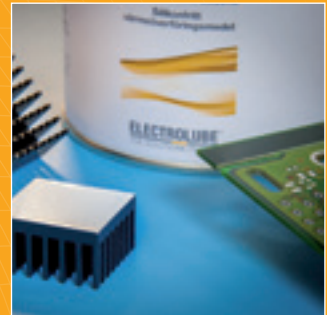
# Wärmeleitprodukte

Leistung, wenn es richtig heiß wird



**ELECTROLUBE**  
THE SOLUTIONS PEOPLE

# Wärmeleitprodukte



- Silikonfreie Wärmeleitpasten
- Silikonhaltige Wärmeleitpasten
- RTVs und Klebemittel
- Gießharze
- 0,9 bis 5.5 W/m.K

**Während der Verwendung kann es bei bestimmten elektronischen Bauteilen zu einer erheblichen Wärmeentwicklung kommen. Wenn diese Wärme nicht wirksam vom Bauteil und vom Gerät abgeleitet wird, kann dies die Zuverlässigkeit beeinträchtigen und die Lebensdauer verringern.**

Laut dem Newtonschen Abkühlungsgesetz ist die Wärmeverlustrate proportional zum Temperaturunterschied zwischen dem Gegenstand und seiner Umgebung. Wenn also die Temperatur des Bauteils steigt und ihren Gleichgewichtswert erreicht, entspricht der Wärmeverlust pro Sekunde der Hitze, die pro Sekunde im Bauteil erzeugt wird. Diese Temperatur kann hoch genug sein, um die Lebensdauer des Bauteils erheblich zu verkürzen oder sogar zum Ausfall des gesamten Geräts zu führen. In solchen Fällen müssen Maßnahmen zur Wärmeableitung ergriffen werden. Dasselbe gilt auch für komplette Schaltkreise oder Geräte, in denen einzelne Komponenten, die Wärme erzeugen, verbaut sind.

Die Wärme eines Bauteils wird an dessen Oberfläche an die Umgebung abgegeben. Die Wärmeverlustrate steigt entsprechend der Größe der Bauteiloberfläche. Ein kleines Gerät, das 10 Watt erzeugt, wird heißer als ein vergleichbares strombetriebenes Gerät, dessen Oberfläche größer ist.

Hier kommen Kühlkörper in verschiedensten Größen und Formen zum Einsatz. Diese können so konstruiert sein, dass sie die Oberfläche deutlich vergrößern, um die Wärmeableitung zu maximieren. Kühlkörper werden normalerweise mit Bauteilen verbunden, die bei der Verwendung viel Wärme erzeugen. Sie leiten diese Energie vom Gerät ab und vermeiden so einen überhitzungsbedingten Ausfall. Kühlkörper stellen seit Jahren ihre Wirksamkeit unter Beweis.

Um jedoch einen vollständigen Kontakt und somit maximale Effizienz zu gewährleisten, werden zusätzlich Wärmeleitprodukte eingesetzt.

Oberflächen aus Metall weisen auch nach feinstem Polieren immer noch gewisse Unebenheiten auf. Daraus lässt sich ableiten, dass der Kontakt zwischen zwei zusammengefügt Metalloberflächen nicht 100 % beträgt und es zwischen den beiden Oberflächen immer einen Luftspalt geben wird. Der Einsatz eines wärmeleitenden Übergangsmaterials zwischen solchen Lücken gewährleistet den vollständigen Kontakt zwischen den beiden Oberflächen und führt somit zu einer effizienteren Wärmeleitung.

Der anhaltende Trend zur Produktminiaturisierung – gepaart mit moderneren leistungsstärkeren Geräten – hat dafür gesorgt, dass eine effiziente Wärmeableitung ein wesentlicher Bestandteil sowohl der heutigen als auch der zukünftigen Entwicklung von elektronischen Geräten geworden ist, wobei der LED-Beleuchtungsmarkt nur ein Beispiel von vielen ist. Wärmeleitprodukte bieten außerdem Lösungen für mehr Effizienz bei der Entwicklung „grüner“ Energien. Hier nur ein paar Beispiele: Photovoltaik-Wechselrichter – die bekanntermaßen sehr temperaturempfindlich sind; die Anbindung von Rohren in Wärmetauschern und Wasservorratsbehältern von Solarheizungen; Wasserstoff-Brennstoffzellen; Windkraftanlagen.

---

# Wärmeleitpasten



---

**Wärmeleitpasten bestehen aus wärmeleitenden Füllstoffen in einer Trägerflüssigkeit. Wärmeleitpasten härten nicht aus und sind somit die beste Lösung, wenn eine Nachbearbeitung erforderlich ist. Sie sind vielseitig, weil sie sich den geometrischen Beschränkungen der Aushärtung entziehen.**

## Silikonhaltig und silikonfrei

---

Das Angebot von Electrolube umfasst silikonhaltige und silikonfreie Wärmeleitpasten. Silikonhaltige Produkte besitzen eine höhere Temperaturobergrenze von 200°C und wegen des verwendeten Silikon-Basisöls eine niedrigere Viskosität.

Unter bestimmten Bedingungen ist der Einsatz von silikonbasierten oder silikonhaltigen Produkten eventuell nicht zulässig. Dies kann verschiedene Gründe haben, z. B. bestimmte elektronische Anwendungen oder Fälle, in denen es dann zu Problemen bei der Reinigung oder beim Kleben kommt.

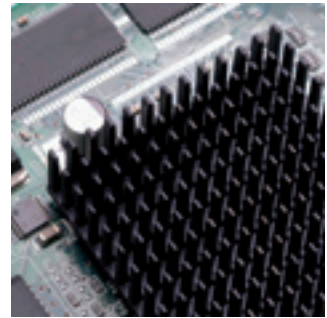
Diese Probleme resultieren aus der Wanderung von niedermolekularen Siloxanen. Diese flüchtigen chemischen Verbindungen können die Oberflächenspannung eines Trägermaterials verringern und seine Reinigung oder das Anhaften daran extrem schwierig machen. Darüber hinaus kann die Migration von niedermolekularen Siloxanen wegen ihrer isolierenden Wirkung zu einem Ausfall der Elektronik führen.

Die Produkte von Electrolube bestehen aus Rohmaterialien, die speziell für die Elektronikindustrie entwickelt wurden. Silikonhaltige Produkte werden also nur dann verwendet, wenn der niedermolekulare Anteil überwacht und auf ein absolutes Minimum beschränkt wird. Alternativ gibt es für kritische Anwendungen auch verschiedene silikonfreie Produkte.

## Das „Plus“-Sortiment

---

Das „Plus“-Sortiment von Electrolube umfasst eine spezielle Mischung von Füllstoffen, die mit großer Sorgfalt entwickelt wurden, um eine optimierte Kombination aus den einzelnen Partikelgrößen zu erreichen, und erzielt deshalb bessere Wärmeleitwerte als das Standardsortiment von Electrolube.



## Das „Xtra“-Sortiment

Die Wärmeleitprodukte des „Xtra“-Sortiments von Electrolube sind verbesserte Versionen der silikonfreien Produkte HTC und HTCP. Diese „X“-Versionen werden mit Hilfe einer firmeneigenen Technologie hergestellt und bieten die folgenden Vorteile, ohne dass dies eine wesentliche Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit oder der Viskosität zur Folge hätte: Steigerung der komparativen Wärmeleitfähigkeit, geringeres „Ölbluten“ und geringerer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung. HTCPX wird vor allem als Füllmaterial verwendet und wurde von einem der führenden Hersteller in der Automobilindustrie zugelassen.

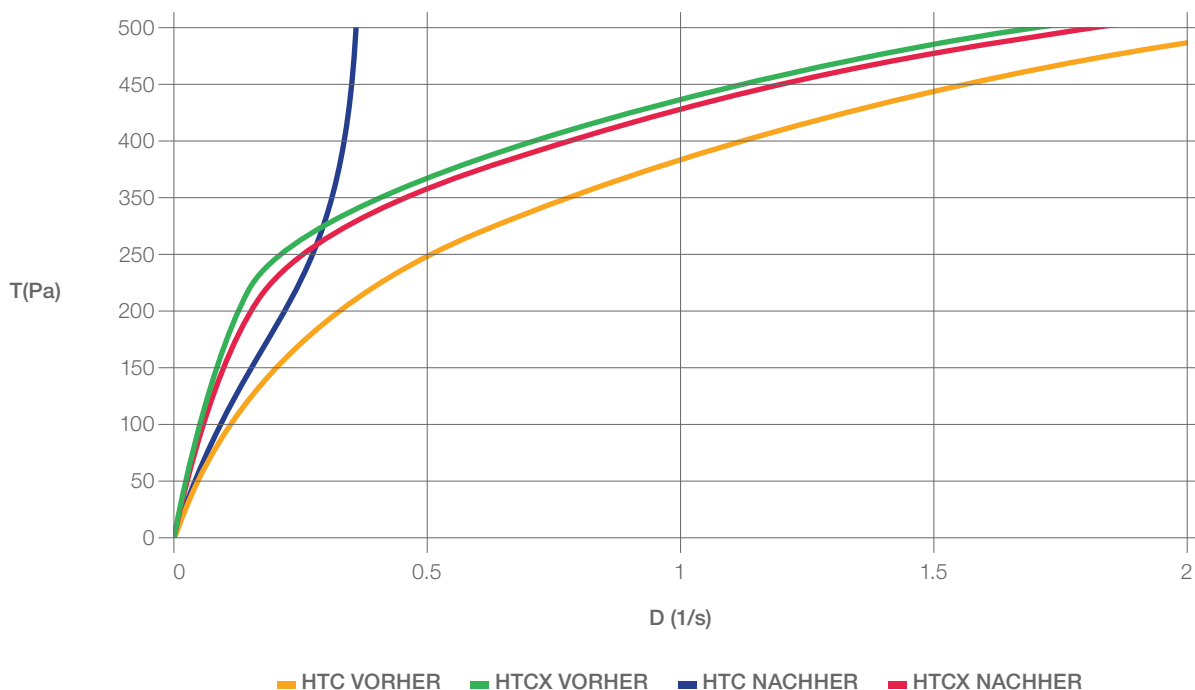
Die Produkte des „Xtra“-Sortiments sind auch widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit und Temperatur-Wechselbeanspruchung (schneller Wechsel zwischen Erwärmung und Abkühlung) als das Standardsortiment.

Die folgenden Grafiken zeigen die Auswirkungen der relativen Luftfeuchtigkeit (168 Stunden, 25°C, 90% RH) und der Temperatur-Wechselbeanspruchung (25 Zyklen zwischen -25°C und 65°C) auf HTC und HTCX.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Rheologie – also die Fließeigenschaften – von HTC nach der Einwirkung solcher Bedingungen ändert und dass die Viskosität als Folge davon mit steigender Schergeschwindigkeit ebenfalls zunimmt und sich dilatant verhält.

Im Gegensatz dazu weist HTCX unter denselben Bedingungen eine größere Stabilität auf, und die Rheologie und die Viskosität sind auch nach dem Test unverändert. HTCX zeigt ein strukturviskoses Verhalten, und die Viskosität sinkt mit zunehmender Schergeschwindigkeit.

RHEOLOGIE VON HTC UND HTCX VOR UND NACH DEM FEUCHTIGKEITSTEST UND DER TEMPERATUR-WECHSELBEANSPRUCHUNG



# Phase-Change Material



Phase-Change Materialien kombinieren den sehr niedrigen thermischen Widerstand einer Wärmeleitpaste mit der Stabilität eines ausgehärteten oder festen Materials wie bei einem RTV oder Wärmeleitpad. Ihr Name leitet sich von ihren Gebrauchseigenschaften ab, da sie je nach Anwendungstemperatur ihren Zustand von fest in flüssig und wieder zurück ändern. Jedes Phase-Change Material wechselt bei einer anderen Temperatur den

Zustand. Wird diese Temperatur erreicht, ermöglicht die Eigenschaft des Phase-Change Materials weicher zu werden es dem Material sich den Oberflächenkonturen vollständig anzupassen und den Zwischenraum bei minimaler Schichtdicke zu füllen. Dies wiederum führt zu einem sehr niedrigen thermischen Widerstand, sodass die Wärmeübertragung maximiert wird.

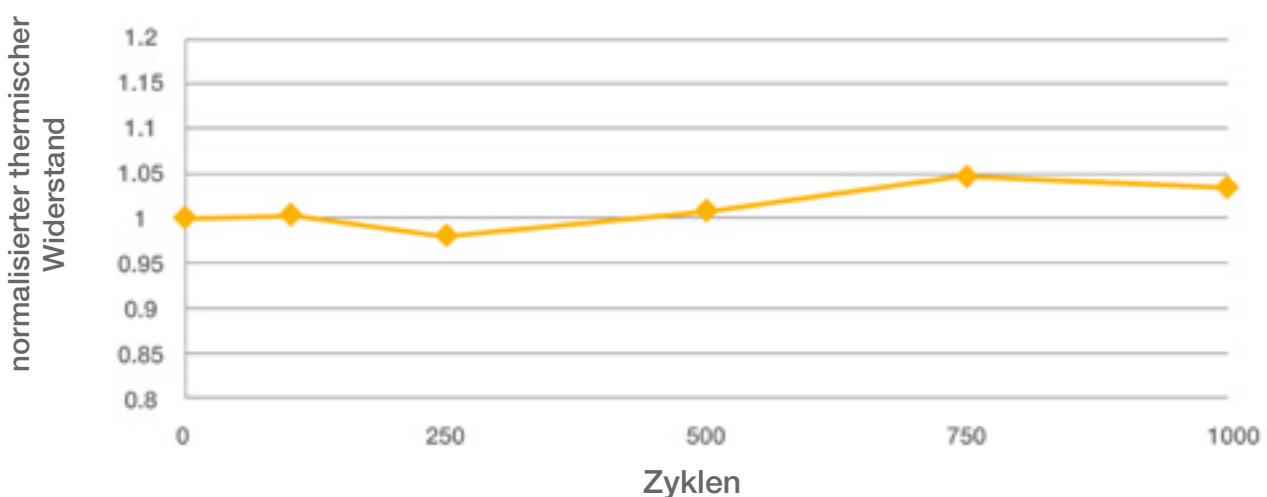
Produkt	Spezifische Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	Thermischer Widerstand ( $^{\circ}\text{C in}^2/\text{W}$ )
TPM350	3.50	0.026
TPM550	5.50	0.012

Phase-Change Materialien können unterschiedlich aufgetragen werden, am einfachsten ist jedoch das Siebdruckverfahren. Dabei wird das geringe Mengen an Lösungsmittel enthaltende Phase-Change Material durch ein Sieb oder eine Schablone in der gewünschten Materialdicke auf die Oberfläche aufgetragen. Das Lösungsmittel verflüchtigt sich und hinterlässt eine feste Paste auf der Oberfläche. Bei einem Anstieg der Temperatur absorbiert das Material die Wärme bis zu seinem Erweichungspunkt. Beim Abkühlen entsteht wieder eine feste Paste. Aufgrund der Stabilität der Phase-Change Materialien selbst bei häufigen Temperaturwechseln sind sie auch extrem stabil gegenüber Pump-Out Effekten,

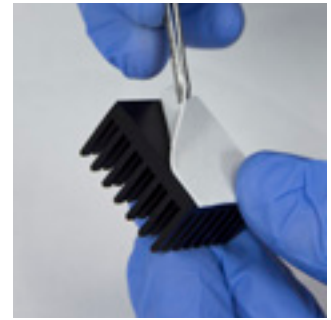
wie sie bei nicht härtenden thermischen Management-Materialien häufig auftreten.

Die Stabilität des Phase-Change Materials TPM350 von Electrolube während eines Wärmezyklus ist in der Grafik unten dargestellt. Die Prüfung wurde mit Hilfe einer thermischen Test-Vorrichtung (TTV) durchgeführt, die einen sehr fordernden Prüfzyklus zwischen Raumtemperatur und  $+95^{\circ}\text{C}$  abbildete. Jeder Zyklus umfasste eine Erwärmung über 12 Minuten und eine Abkühlung über 8 Minuten. Es wurden insgesamt 1.000 Zyklen durchlaufen. Die Ergebnisse zeigten eine gute Stabilität des TPM350 während der Dauer der Prüfung.

TPM, Ergebnis der thermischen Beständigkeit bei einem Prüfzyklus mit TTV



# Wärmeleitpads



Wärmeleitpads werden anstatt herkömmlicher Wärmeleitmaterialien (thermal interface materials – TIMs) wie Wärmeleitpasten oder RTVs verwendet. Der größte Vorteil von Wärmeleitpads ist, dass sie schnell und einfach aufgetragen werden können. Der Anwender muss nur minimal geschult werden und es entsteht keine Schmiererei, wie es manchmal bei Pasten, Fetten oder Klebern der Fall ist. Des Weiteren sind keine teuren Dosierer notwendig, da das Material einfach per Hand aufgetragen werden kann.

Wärmeleitpads werden in der Regel für die Verarbeitung auf die Größe der Oberfläche zugeschnitten. Sie funktionieren wie andere TIMs und füllen die kleinen Spalten und Taschen zwischen zwei Oberflächen. Da sie nicht so dünn wie eine Wärmeleitpaste aufgetragen werden können, entsteht in der Regel eine viel dickere Schicht. Die Pads eignen sich daher besonders gut für Oberflächen, auf die ein Druck ausgeübt wird. Dadurch wird die Schichtdicke verringert und eine möglichst große Kontaktfläche mit dem Wärmeleitpad gewährleistet. Der Druck presst das Pad in die

Lufttaschen, sodass der thermische Widerstand weiter reduziert wird. Der damit erreichte thermische Widerstand entspricht jedoch nicht dem einer Wärmeleitpaste.

Wie die Wärmeleitpasten sind auch die Wärmeleitpads von Electrolube in einer silikonhaltigen und einer silikonfreien Variante erhältlich. Dadurch werden verschiedene Leistungsanforderungen abgedeckt und die Anforderungen an Hochtemperaturanwendungen erfüllt. Auch wenn die Effizienz nach dem Auftragen anfangs nicht so hoch ist, übertreffen Wärmeleitpads Wärmeleitpasten dennoch unter bestimmten Voraussetzungen. Da das Wärmeleitpad vorgeformt ist, bewegt es sich während thermisch wechselnder Beanspruchung nicht und es kommt nicht zu Pump-Out-Effekten, wie sie bei einigen Wärmeleitpasten unter Bedingungen mit rasch erfolgenden Temperaturwechseln zu beobachten sind.

Produkt	Spezifische Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	Thermischer Widerstand (°C in <sup>2</sup> /W)
GP300	3.00	0.990
GP500	5.00	0.700

In einigen Anwendungen ist es erforderlich, dass zur Wärmeableitung weit größere Luftspalte überbrückt werden als dies in typischen TIM-Anwendungen der Fall. Wärmeleitpasten, wie z. B. HTSX, sind nicht für einen dicken Auftrag geeignet. Bei Spaltgrößen von mehr als 100 µm wird empfohlen, einen stabilen Gap-Filler zu verwenden. Am häufigsten müssen Luftspalte zwischen einer Komponente und dem Metallgehäuse gefüllt werden, wobei es notwendig ist, dass kein elektrisch leitfähiges Material verwendet wird. Wenn das Material nicht aushärten soll, kann die hochviskose HTCPX-Paste verwendet werden,

welche sich in typischen Wärme- und Vibrationszyklen in der Automobilindustrie bewährt hat. Aushärtende Materialien umfassen u.a. Zweikomponentensysteme, wie z. B. die Gap-Filler Reihe GF von Electrolube, die in verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten verfügbar sind. Diese Produkte wurden speziell zum Überbrücken von Spalten in verschiedensten Anwendungen entwickelt, u.a. für Anwendungen zur Ableitung von Wärme von Batterien in Elektrofahrzeugen.

---

# Kleber & Vergussmassen

## Kleber und RTVs

---



Das Angebot von Electrolube umfasst einen thermischen Klebstoff namens „TBS“ und zwei RTV-Wärmegummis (room temperature vulcanising / bei Raumtemperatur vernetzend): TCOR und TCER.

TBS (Thermal Bonding System / thermisches Klebesystem) ist ein zweikomponentiger, stark haftender Epoxidkleber, der entwickelt wurde, um Kühlkörper und Bauteile miteinander zu verkleben. Neben den mineralischen Füllstoffen enthält der Klebstoff kleine Glasperlen mit kontrolliertem Durchmesser: Diese ermöglichen das Erreichen einer vordefinierten Schichtdicke von 200 Mikrometern und sorgen somit für eine optimale Leistung.

TCOR und TCER sind die silikonhaltigen RTV-Produkte von Electrolube. TCOR gibt beim Aushärten ein Oxim ab; TCER setzt beim Aushärten Ethanol frei. TCER bietet den Vorteil einer sehr niedrigen Viskosität und einer höheren Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu TCOR. TCOR besitzt jedoch bessere Hafteigenschaften.

## Gießharze

---

Bei bestimmten wärmeerzeugenden Schaltkreisen kann es von Vorteil sein, das betreffende Gerät mit einer kühlenden Hülle aus einer wärmeleitfähigen Vergussmasse zu umgeben. Diese Methode sorgt dafür, dass die Wärme abgeleitet wird, und bietet außerdem Schutz vor äußeren Einflüssen, z. B. hoher Luftfeuchtigkeit oder Korrosion.

Electrolube produziert verschiedene Zweikomponenten-Vergusslösungen, die auf der Epoxid-, Polyurethan- und Silikontechnologie basieren.

ER2220 bietet die höchste Wärmeleitfähigkeit und schützt durch das Vergießen außerdem vor Umwelteinflüssen. Dieses stark füllstoffhaltige Epoxidharz besitzt eine außerordentlich gute thermische Leitfähigkeit (1,54 W/m.K), was wiederum zu einer hohen Viskosität führt (15,000 mPa s).

ER2183 (5000 mPa s) und ER2221 (3000 mPa s) sind, im Vergleich zu ER2220 mit einer niedrigeren Viskosität ausgestattete Vergussmassen guter Wärmeleitfähigkeit. Der geringere Füllstoffgehalt, der für das Erreichen dieses Viskositätsniveaus erforderlich ist, hat allerdings kaum Auswirkungen auf die Wärmeleitfähigkeit: z.B. hat ER2183 hat um 67% niedrigere Viskosität, besitzt jedoch eine um nur 28% geringere thermische Leitfähigkeit (1,10 W/m.K).

UR5633 ist eine Vergussmasse auf Polyurethan Basis, die eine sehr gute spezifische thermische Leitfähigkeit von 1,24 W/m.K besitzt. Dies ist ideal in solchen Anwendungen, die thermische Leitfähigkeit und ein Maß an Flexibilität erfordern.

SC4003 ist ein Silikon-Gießharz mit einer guten Wärmeleitfähigkeit (0,70 W/m.K) und einem außergewöhnlich weiten Temperaturbereich (-60°C bis +200°C). Das Produkt ist thixotrop und somit ideal für Anwendungen, bei denen das Harz nicht durch kleine Lücken fließen sollte.

# Anwendungsmöglichkeiten



## Wärmeleitpasten

Wie bereits erwähnt, muss in der Verwendung als Füllmaterial (Gap-Filler), ist es wichtig, dass wärmeleitende Schnittstellen (TIM) in einer möglichst dünnen Schicht zum Einsatz kommen, um die Auswirkungen des thermischen Widerstands zu verringern. Die Verwendung von Wärmeleitpasten kann deshalb genauso wichtig wie die Produktauswahl selbst sein.

Wärmeleitpasten können mittels verschiedener Methoden entweder von Hand oder automatisch aufgetragen werden.

- i. Das manuelle Auftragen erfolgt mit einer Rolle, einem Raketel oder einem Spachtel. Häufig ist eine Rolle die beste Methode, um sicherzustellen, dass auf der gesamten Fläche eine dünne, gleichmäßige Schicht aufgetragen wird.
- ii. Beim automatischen Auftragen kommen Spezialgeräte zum Einsatz. Diese bestehen üblicherweise aus einem Applikatorkopf, über den die Dosiervorrichtung den Applikator mit dem Material versorgt. Wegen der Viskosität dieser Produkte ist die Dosiervorrichtung normalerweise ein Folgeplattensystem, das bei der Beschickung mit dem Wärmeleitpastenbehälter verbunden ist. Falls Sie die genauen Behältermaße benötigen, wenden Sie sich bitte an Electrolube.

## RTVs

Die RTV-Produkte von Electrolube werden in gebrauchsfertigen Kartuschen geliefert und sollten mit der TCRGUN-Kartuschenpistole aufgetragen werden. Falls Sie Informationen zu den Packungsgrößen benötigen, wenden Sie sich bitte an Electrolube.

Diese Materialien werden oft für eine Kombination aus Wärmeübertragung und Befestigung verwendet. Deshalb sollte man eine dünne Schicht auftragen und Tests durchführen, um sicherzugehen, dass die

erreichte Klebefestigkeit für die jeweilige Anwendung ausreichend ist.

Da diese Produkte unter Feuchtigkeit aushärten, muss die Umgebungsfeuchtigkeit während des Auftragens berücksichtigt werden. Extreme Bedingungen (sehr trocken oder sehr nass) hemmen das Aushärten, und erhöhte Temperaturen führen nur dann zu einer Beschleunigung des Prozesses, wenn auch die Luftfeuchtigkeit zunimmt.

## Gießharze

Gießharze sind Zweikomponentensysteme, die entweder von Hand oder automatisch aufgetragen werden können. In jedem Fall sollte beim Mischen darauf geachtet werden, dass keine Luft hineingelangt. Luft oder Feuchtigkeit kann das Aushärten des Materials beeinträchtigen und Luftporen im ausgehärteten Produkt hinterlassen, die die thermische Leitfähigkeit erheblich verringern.

- i. Electrolube liefert Gießharze als Vergussmassen-Pack, d. h. in einem Beutel mit Clip und Schiene, die Teil A und Teil B bis zum Zeitpunkt des Vermischens voneinander trennen. Diese Verpackungsart ist ideal für das luftfreie

Mischen und wird für alle Anwendungen empfohlen, bei denen Gießharze von Hand aufgetragen werden. Falls das Produkt mit einer aluminiumbedampften Folie als Außenhülle geliefert wird, sollte diese erst unmittelbar vor der Verwendung entfernt werden.

- ii. Maschinen zum automatischen Mischen und Dosieren sind ebenfalls erhältlich, und zwar als Auftischgeräte oder für den großflächigen Einsatz. Electrolube arbeitet mit mehreren lokalen und internationalen Geräteherstellern zusammen. Weitere Informationen erhalten Sie auf Anfrage.



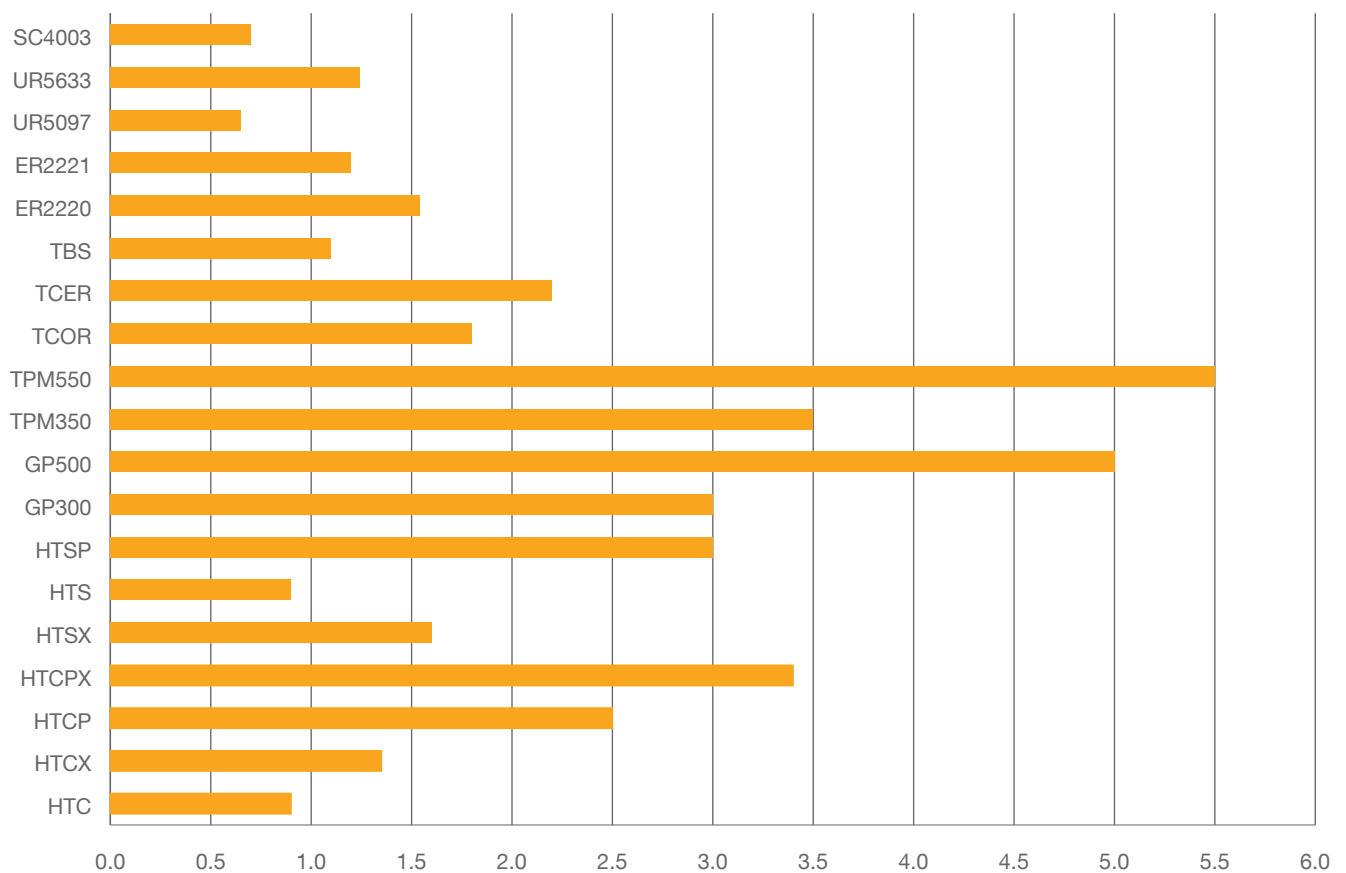
# Typische Eigenschaften



## Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit, ausgedrückt in  $W/m \cdot K$ , ist die Fähigkeit eines Materials, Wärme zu leiten. Wärmeleitfähigkeitswerte sind ein guter Hinweis auf die mögliche Wärmeübertragung, sodass verschiedene Materialien miteinander verglichen werden können. Bei einigen Verfahren werden lediglich der Wärmewiderstand eines Materials und der Kontaktwiderstand von Material/Instrument gemessen. Electrolube verwendet u. a. die Modified Transient Plane Source (MTPS)-Methode,

sodass die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien genau verglichen werden kann. Die folgende Grafik zeigt die verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten der thermischen Produkte von Electrolube.



ANMERKUNG: SPEZIFISCHE THERMISCHE LEITFÄHIGKEIT VON LUFT =  $0.024 W/m \cdot K$

---

## Wärmeleitfähigkeit

---



Wenn man sich nur auf die Wärmeleitfähigkeitswerte verlässt, führt dies jedoch nicht zwingend zur effizientesten Wärmeübertragung.

Der thermische Widerstand (Wärmewiderstand) wird in  $K\text{ cm}^2/W$  gemessen und ist der Kehrwert der thermischen Leitfähigkeit. Er berücksichtigt die Dicke der jeweiligen Schnittstelle, und obwohl er von den Kontaktflächen und vom ausgeübten Druck abhängt, gibt es einige allgemeine Regeln, um sicherzustellen, dass die Wärmewiderstandswerte minimal bleiben und so die Effizienz der Wärmeübertragung maximiert wird.

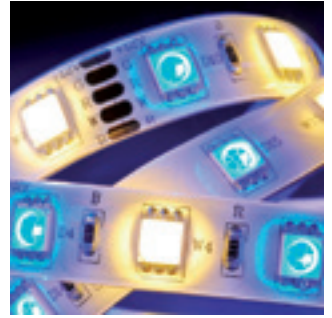
Wie bereits erwähnt, kommt zwischen einem wärmeerzeugenden Gerät und dem zugehörigen Kühlkörper eine wärmeleitende Schnittstelle (thermal interface material / TIM) zum Einsatz. Da der Kühlkörper eine deutlich höhere thermische Leitfähigkeit als das Schnittstellenmaterial besitzt, ist es wichtig, dass von Letzterem nur eine dünne Schicht verwendet wird. Wäre die Schnittstelle dicker, würde dadurch in diesem Fall nur der Wärmewiderstand erhöht. Aus diesem Grund lässt sich die Wärmeübertragung am besten durch eine geringere Schnittstellendicke und eine höhere thermische Leitfähigkeit optimieren. In manchen Fällen könnte die Verwendung eines Materials mit einer höheren Wärmeleitfähigkeit jedoch negative Auswirkungen auf den Kontaktwiderstand haben und würde somit zu keiner Verbesserung führen.

Ein Beispiel dieses Unterschieds ergibt sich aus einem Vergleich von Wärmeleitpasten und Wärmeleitpads. Wärmeleitpads bestehen aus einem festen, polymerisierten Material mit einer bestimmten Dicke, die mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten erhältlich sind. Da es sich bei Wärmeleitpasten um nicht aushärtende Komponenten handelt, können diese mit einer sehr geringen Dicke aufgetragen werden, d. h.  $<100\text{ }\mu\text{m}$ . Ihre Viskosität kann sich bei steigender Temperatur geringfügig ändern, wodurch sich der Widerstand zwischen den Oberflächen weiter verringert. Bei Wärmeleitpads ist ein hoher Druck notwendig, um eine adäquate Verbindung zu erreichen. Daher können eine Paste und ein Pad mit einer ähnlichen Wärmeleitfähigkeit in der Praxis unterschiedliche Wärmewiderstände aufweisen und somit auch ein Unterschied in der Effizienz der Wärmeübertragung beobachtet werden.

Anwender müssen also die Wärmeleitfähigkeitswerte, Kontaktwiderstände sowie Auftragungsdicken und -verfahren berücksichtigen, um eine optimale Wärmeübertragung zu erreichen.

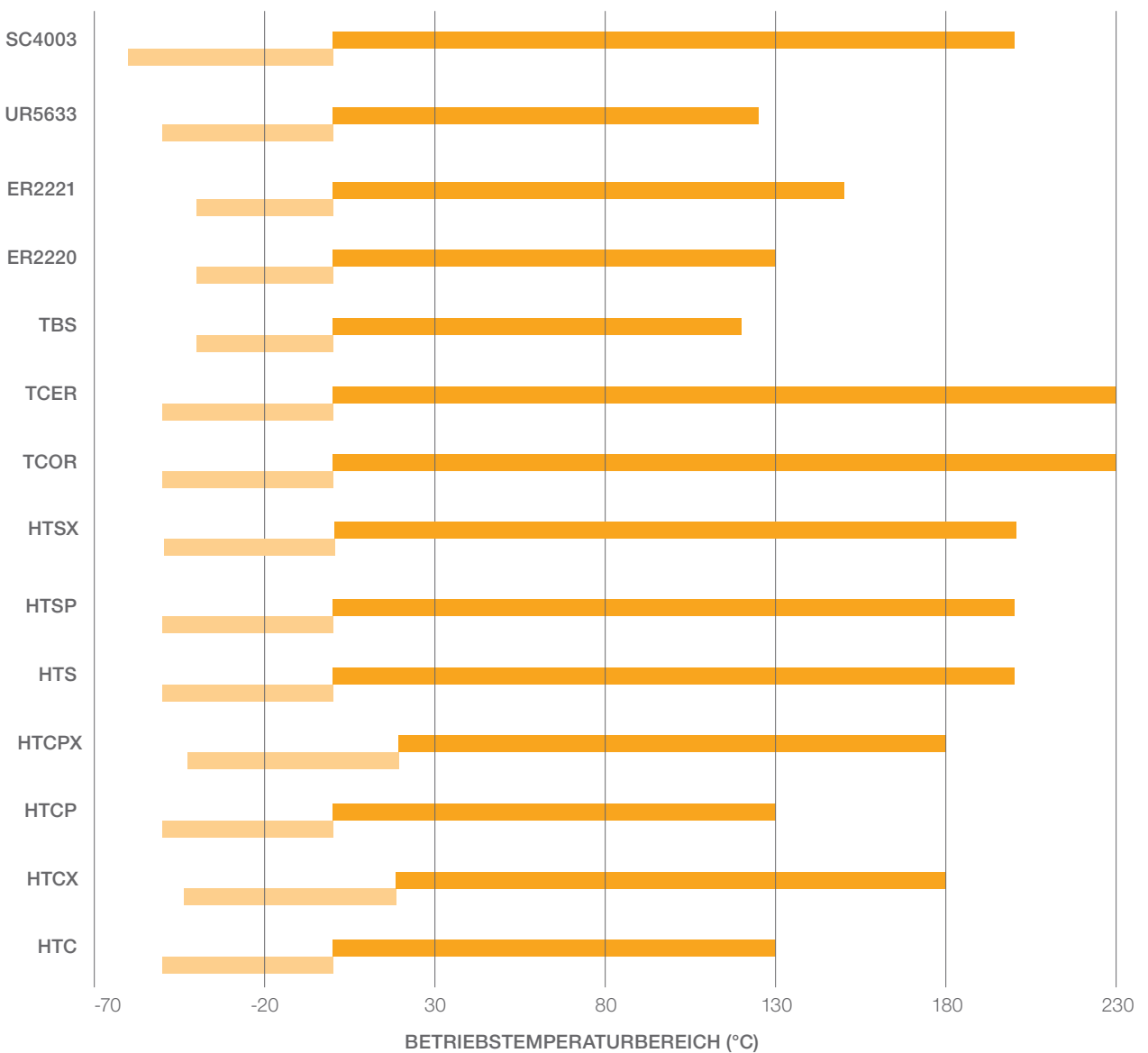
Der Anwender muss sich sowohl mit der Wärmeleitfähigkeit als auch dem Kontaktwiderstand und den Dicken und Verfahren der jeweiligen Anwendung befassen, um eine optimale Wärmeübertragung zu erreichen.

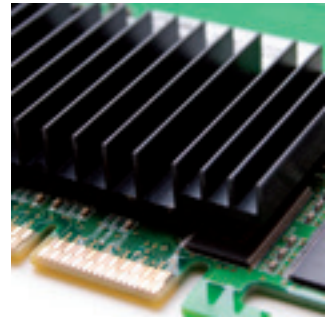
## Temperaturbereich



Die Wärmeleitprodukte von Electrolube decken einen umfangreichen Betriebstemperaturbereich ab. Es ist wichtig, dass sich die jeweiligen Temperaturextreme innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des ausgewählten Produkts bewegen.

Der Temperaturbereich variiert je nach der Art des Produkts und den ausgewählten chemischen Eigenschaften. Bei manchen Produkten ist eine kurzfristige Über- bzw. Unterschreitung der empfohlenen Betriebstemperaturbereiche möglich. Es ist immer ratsam, Tests unter repräsentativen Endnutzungsbedingungen durchzuführen.

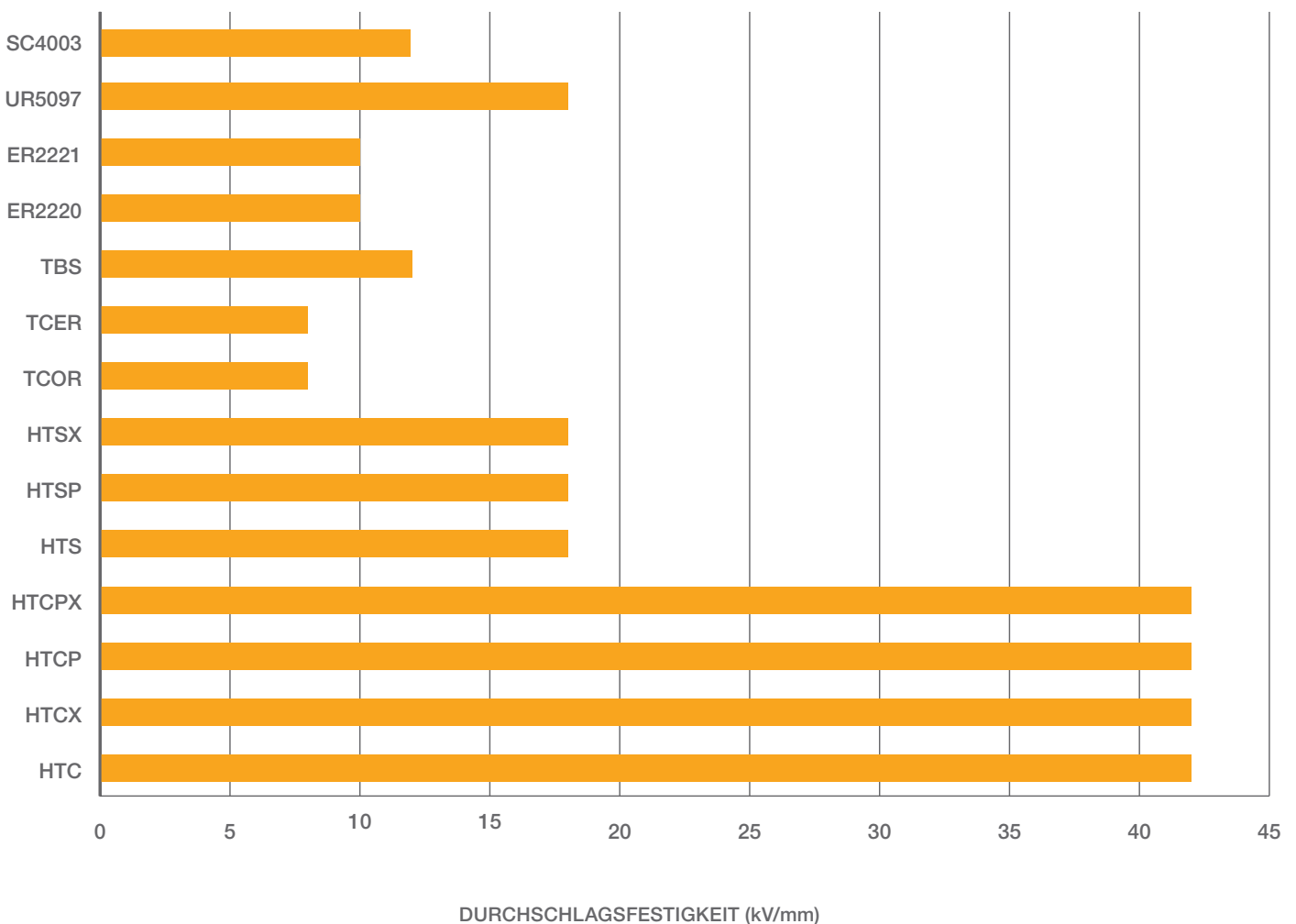




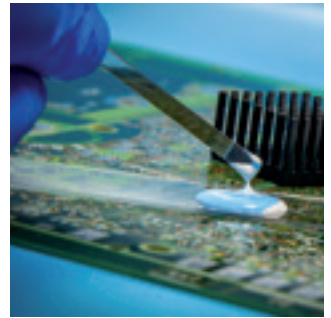
## Durchschlagsfestigkeit

Wärmeleitprodukte werden im Rahmen elektrischer Anwendungen eingesetzt und dürfen daher keine negativen Auswirkungen auf die Leistung des betreffenden Geräts haben. Die Messung der elektrischen Eigenschaften solcher Produkte kann dabei helfen, die Gebrauchstauglichkeit festzustellen. Beispielsweise entspricht die Durchschlagsfestigkeit der maximalen elektrischen Feldstärke, der ein Produkt widerstehen kann, ohne Schaden zu nehmen, d. h. ohne seine elektrischen Eigenschaften zu verlieren.

Die Durchschlagsfestigkeit wird manchmal auch als Spannungsfestigkeit bezeichnet. Umgekehrt entspricht die Durchbruchspannung der Mindestspannung, ab der ein Teil eines Isolators elektrisch leitfähig wird.



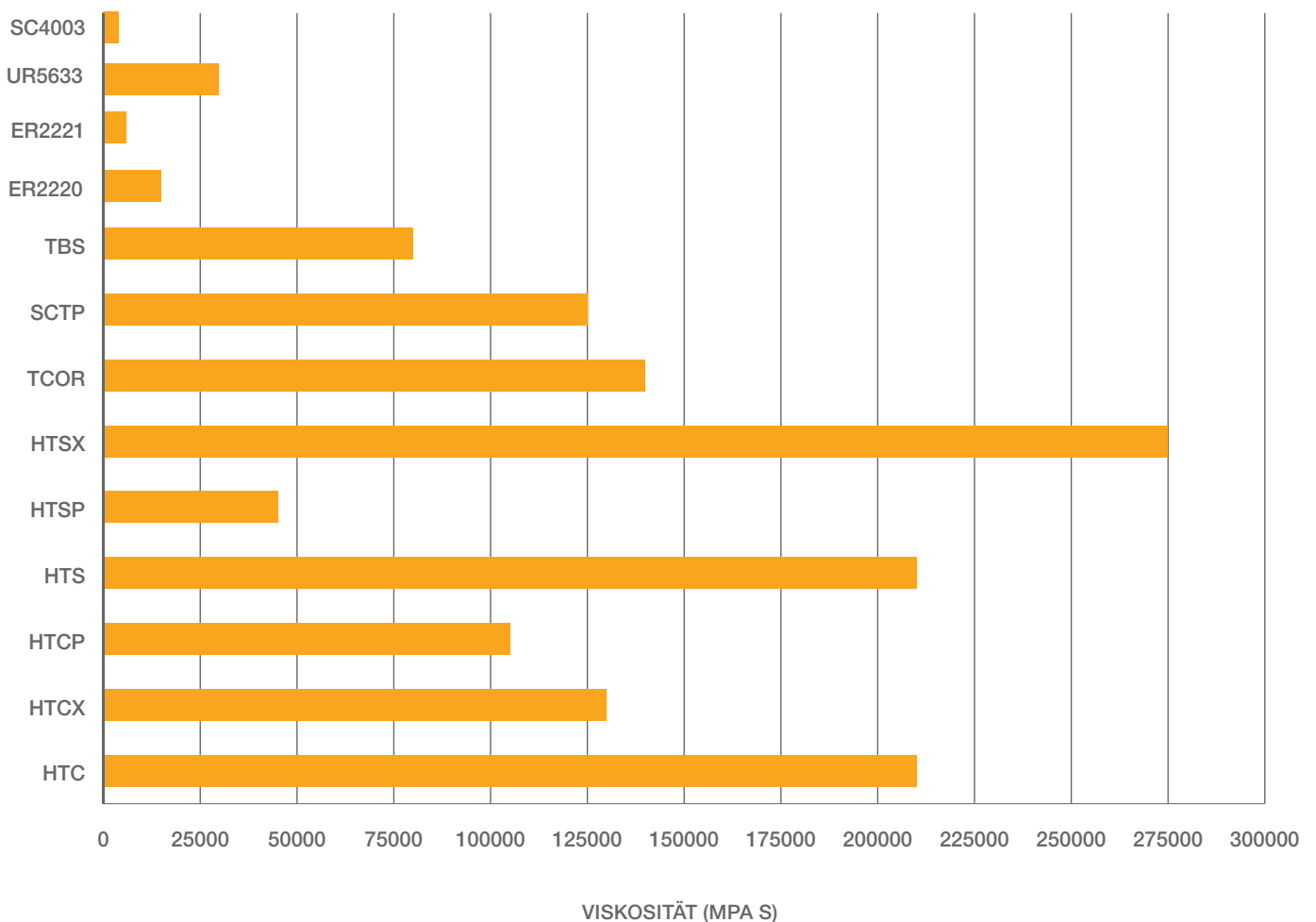
## Viskosität



Die Viskosität von Wärmeleitpasten beeinflusst die Verarbeitungsparameter der betreffenden Anwendung und die Leistung des eingesetzten Produkts. Die Produkte des Standardsortiments sind z. B. als wärmeleitende Schnittstellen (TIM) konzipiert und sollten nur als dünne Schicht verwendet werden. Die Stabilität dieser Produkte verhindert Probleme im Zusammenhang mit dem Phänomen der „Migration“ (mit wechselnder Temperatur ändert sich auch die Viskosität, was dazu führt, dass die Paste allmählich aus der Schnittstelle „herauswandert“) – aber eben nur, wenn sie als dünne Schicht zum Einsatz kommen.

Füllmaterialien wie HTCPX wurden entwickelt, um auch in großer Dicke und unter Vibration noch ein Maximum an Stabilität zu gewährleisten. In der Folge bedeutet diese Steigerung der Stabilität außerdem, dass die Viskosität des Materials sehr hoch ist.

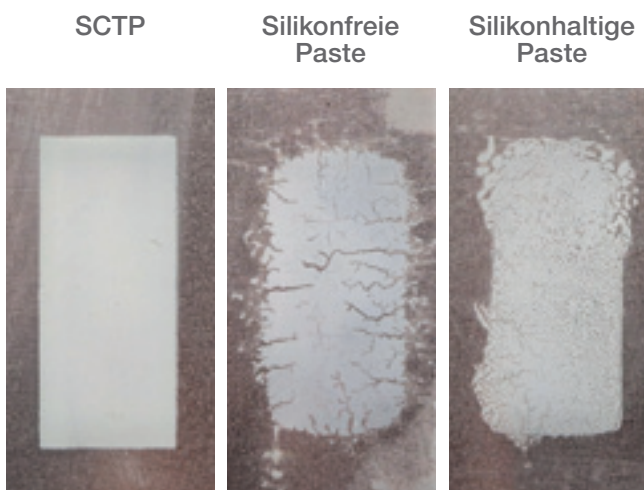
Die Viskosität von aushärtenden Wärmeleitprodukten, z. B. RTVs oder Vergussmassen, ist nur für die Auftragung relevant und muss berücksichtigt werden, wenn man eine geeignete Dosiervorrichtung oder passende Auftragsmethoden auswählen will. Sobald das Material auf das Bauteil bzw. Trägermaterial aufgetragen wird, härtet es bis zu vollständiger Festigkeit aus. Die nachfolgende Grafik zeigt die Viskosität der einzelnen Produkte im Vergleich:



# Maximierung der Effizienz



Indem man eine dünne gleichmäßige Schicht Wärmeleitmaterial aufträgt, ist es möglich, den maximalen Wirkungsgrad der Wärmeableitung zu erreichen. Es ist ebenfalls wichtig, die Betriebstemperaturbedingungen über die gesamte Lebensdauer des Produkts mit in Betracht zu ziehen. Häufige Temperaturwechsel sind üblich in LED-Anwendungen mit Baugruppen, die ständig ein- und ausgeschaltet werden. Im Ergebnis führt die dazu, dass die Baugruppe thermische Zyklen durchläuft, mit einer Erwärmung, wenn sie eingeschaltet ist und dann wieder einer Abkühlung, nachdem sie ausgeschaltet wurde. Über die gesamte Lebensdauer der Produkte werden viele thermische Zyklen durchlaufen und dies könnte mit der Zeit einen Einfluss auf die Positionierung des Wärmeleitmaterials haben. Bei sorgfältiger Betrachtung des korrekten thermischen Interface-Materials und Identifizierung der richtigen Testverfahren ist es möglich zwischen den Materialien zu unterscheiden und die für Ihre Anwendung passendsten zu qualifizieren. Electrolube steht zur Verfügung, um bei solchen Betrachtungen zu assistieren, die es Kunden gestatten Entwärmungsaufgaben mit maximaler Effizienz zu lösen.



Die Fotos zeigen die Leistungsunterschiede zwischen den verschiedenen nicht-härtenden thermischen Interface-Materialien, nach erfolgtem thermischen Schock-Test zwischen  $-40^{\circ}\text{C}$  und  $+125^{\circ}\text{C}$ .

Produkt	Spezifische Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	Temperatur Der Baugruppe ( $^{\circ}\text{C}$ )	Reduzierung Der Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
Kein Wärmeleitmaterial	N/A	30	N/A
SCTP	1.20	20	33%
HTC	0.90	24	20%
HTCX	1.35	21	30%
HTCPX	3.40	23	23%

# Produktsortiment

## Wärmeleitpasten



### HTC – Silikonfreie Wärmeleitpaste

- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Hohe Wärmeleitfähigkeit: 0,90 W/m.K
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +130°C
- Geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung
- Auch als Aerosol erhältlich (HTCA)
- Geringe Toxizität



### HTS – Silikonhaltige Wärmeleitpaste

- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Sehr weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +200°C
- Sehr geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung
- Gute Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 0,90 W/m.K
- Geringe Toxizität, sparsam in der Anwendung
- Die weiße Einfärbung ermöglicht eine einfache Identifizierung bereits behandelter Teile



### HTCX – Silikonfreie Wärmeleitpaste Xtra

- Sehr niedriges „Ölbluten“ und sehr geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung
- Reduzierte Viskosität für leichteres Auftragen
- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +180°C
- Hervorragende Wärmeleitfähigkeit: 1,35 W/m.K
- Geringe Toxizität



### HTSP – Silikonhaltige Wärmeleitpaste Plus

- Ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 3,0 W/m.K
- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Sehr weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +200°C
- Sehr geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung
- Niedrige Viskosität für eine leichte Verarbeitung
- Geringe Toxizität



### HTCP – Silikonfreie Wärmeleitpaste Plus

- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit: 2,50 W/m.K
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +130°C
- Geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung
- Die weiße Einfärbung ermöglicht eine einfache Identifizierung bereits behandelter Teile
- Geringe Toxizität



### HTSX – Silikonhaltige Wärmeleitpaste Xtra

- Verringeres Ölbluten
- Hervorragende Stabilität unter vielen Bedingungen
- Außergewöhnlich großer Einsatztemperaturbereich -50°C bis +200°C
- Hervorragende Wärmeleitfähigkeit 1,58 W/mK
- RoHS 2 konform
- Entwickelt für den Einsatz in extremeren Bedingungen



### HTCPX – Silikonfreie Wärmeleitpaste Plus Xtra

- Ausgezeichnete Anti-Kriech-Eigenschaften
- Vibrationsstabil, zur Verwendung als Füllmaterial (Gap-Filler)
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +180°C
- Außergewöhnlich gute Wärmeleitfähigkeit: 3,40 W/m.K
- Geringe Toxizität
- Geringer Gewichtsverlust durch Verflüchtigung

# Kleber und Vergussmassen



## TCOR - Wärmeleitgummi / RTV (Oxim)

- Einkomponenten-Wärmeleitgummi mit geringer Geruchsentwicklung
- Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit: 1,80 W/m.K
- Außerordentlich weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +230°C
- Feuchtigkeitsaushärtung – gibt bei der Aushärtung ein Oxim ab
- Leicht aufzutragen – mit der TCRGUN Kartuschenpistole
- Moderate Klebefestigkeit, bleibt auch bei hohen Temperaturen flexibel



## ER2220 – Wärmeleitfähiges Epoxidharz

- Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit: 1,54 W/m.K
- Flammschützend
- Mit nicht-abrassiven Füllstoffen
- Zum Umgießen von Leiterplatten oder Geräten, die eine effiziente Wärmeableitung erfordern
- Schützt vor Umwelteinflüssen
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -40°C bis +130°C



## TCER - Wärmeleitgummi / RTV (Ethoxyl)

- Einkomponenten-Wärmeleitgummi mit geringer Geruchsentwicklung
- Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit: 2,20 W/m.K
- Feuchtigkeitsaushärtung – gibt bei der Aushärtung Ethanol ab
- Niedrige Viskosität für leichteres Auftragen – mit der TCRGUN-Kartuschenpistole
- Bleibt auch bei hohen Temperaturen flexibel und elastisch: -50°C bis +230°C
- Geringe Klebefestigkeit zur leichteren Nachbearbeitung



## ER2183 – Wärmeleitfähiges Epoxidharz mit niedriger Viskosität

- Niedrige Viskosität; 5000mPa.s
- Hohe Wärmeleitfähigkeit: 1,10 W/m.K
- Leicht zu mischen, enthält keine abrassiven Füllstoffe
- Zum Umgießen von Leiterplatten oder Geräten, die eine effiziente Wärmeableitung erfordern
- Schützt vor Umwelteinflüssen
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -40°C bis +130°C



## TBS – Wärmeleitkleber

- Zweikomponenten-Epoxid-Klebesystem
- Sehr hohe Klebefestigkeit
- Hohe Wärmeleitfähigkeit: 1,10 W/m.K
- Durch die Bildung einer permanenten Klebebindung wird eine mechanische Befestigung meist überflüssig
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -40°C bis +120°C
- Mit Glasperlen zum Auftragen in einer vordefinierten Dicke



## UR5633 – Wärmeleitfähiges Polyurethanharz

- Flammschützend
- Hervorragende Wärmeleitfähigkeit (1,24 W/m.K)
- Exzellente elektrische Eigenschaften
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +125°C
- Sehr gute Beständigkeit gegen Wasser
- Ausgezeichnete Funktion im rauen Einsatz, wie in den Bereichen Marine, Automotive und unter tropischen Bedingungen



## ER2221 – Thermisch leitfähige zweikomponentige Vergussmasse

- Exzellente thermische Leitfähigkeit; 1,20W/m.K
- Hält hohen Temperaturen stand; kurzzeitig bis zu 170°C einsetzbar
- Moderate Viskosität für ein gefülltes Material; niedrigviskose Version von ER2220
- Bietet Schutz vor Umwelteinflüssen
- Wird zur Verkapselung von bestückten Leiterplatten verwendet oder Bauteilen die eine effektive Kühlung erfordern
- Einfach zu mischen; keine abrassiven Füllstoffe enthalten



## SC4003 – Wärmeleitfähiges Silikonharz

- Flammschützend
- Gute Wärmeleitfähigkeit: 0,70 W/m.K
- Ausgezeichnete elektrische Eigenschaften
- Außerordentlich weiter Betriebstemperaturbereich: -60°C bis +200°C
- Einfaches Mischverhältnis: 1:1
- Besonders geeignet zum Vergießen von elektrischen und elektronischen Geräten, die bei hohen Temperaturen betrieben werden

\*Die meisten Produkte sind in verschiedenen Größen inklusive Großgebinden erhältlich



## Phase Change Wärmeleitmaterial



### TPM350 – Phase Change Material

- Übergang findet bei 50°C statt
- hohe Leistungsfähigkeit
- Exzellente Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 3.5 W/m.K
- verarbeitbar im Siebdruck/Schablonendruck
- enthält Lösemittel, exzellentes Benetzungsverhalten



### TPM550 – Phase Change Material

- Übergang findet bei 45°C statt
- hohe Leistungsfähigkeit
- Exzellente Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 5.5 W/m.K
- verarbeitbar im Siebdruck/Schablonendruck
- enthält Lösemittel, exzellentes Benetzungsverhalten

## Wärmeleit-Gap-Pad



### GP300 – Silicone Gap Pad

- Exzellente Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 3.0 W/m.K
- 200x200mm
- unterschiedliche Dicken verfügbar
- schnelle und einfache Verarbeitung
- sehr gut elektrisch isolierend
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +160°C



### GP500 - Silicone Gap Pad

- Exzellente Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 5.0 W/m.K
- 200x200mm
- unterschiedliche Dicken verfügbar
- schnelle und einfache Verarbeitung
- sehr gut elektrisch isolierend
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -50°C bis +150°C



### NGP200 – Non-Silicone Gap Pad

- Gute Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 2.0 W/m.K
- 200x200mm
- unterschiedliche Dicken verfügbar
- schnelle und einfache Verarbeitung
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -40°C bis +150°C



### NGP300 - Non-Silicone Gap Pad

- Exzellente Wärmeleitfähigkeit auch bei hohen Temperaturen: 3.0 W/m.K
- 200x200mm
- unterschiedliche Dicken verfügbar
- schnelle und einfache Verarbeitung
- Weiter Betriebstemperaturbereich: -40°C bis +150°C

## Wärmeleit- produkte

	HTCX	HTCP	HTCPX	HTS	HTSX	HTSP	SCTP	TCOR
	Silikonfreie Wärmeleitpaste Xtra	Silikonfreie Wärmeleitpaste Plus	Silikonfreie Wärmeleitpaste Plus Xtra	Silikonhaltige Wärmeleitpaste	Silikonhaltige Wärmeleitpaste Xtra	Silikonhaltige Wärmeleitpaste Plus	von der Oberfläche her vernetzende Wärmeleitpaste	Wärmeleitfähiger RTV*
Wärmeleitfähigkeit (W/m.K)	1.35	2.50	3.40	0.90	1.58	3.00	1.20	1.80
Dichte (g/ml)	2.61	3.00	3.10	2.10	3.10	3.00	2.60	2.30
Viskosität (mPa s)**	130,000	105,000	640,000	210,000	275,000	45,000	125,000	140,000
Aushärtezeit (in Stunden bei 20°C / 60°C)	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	24/k.A
Temperaturbereich (°C)	-50 to +180	-50 to +130	-50 to +180	-50 to +200	-50 to +200	-50 to +200	-50 to +200	-50 to +230
Gewichtsverlust durch Verflüchtigung (96 Stunden bei 100 °C nach IP-183)	≤0.40%	≤1.00%	≤1.00%	≤0.80%	≤0.30%	≤0.8%	<0.8%	k.A
Durchschlagsfestigkeit (kV/mm)	42	42	42	18	18	18	12	>8
Spezifischer Durchgangswiderstand (Ω•cm)	1 x 10 <sup>14</sup>	1 x 10 <sup>14</sup>	1 x 10 <sup>14</sup>	1 x 10 <sup>15</sup>	1 x 10 <sup>15</sup>	1 x 10 <sup>15</sup>	1 x 10 <sup>12</sup>	1 x 10 <sup>14</sup>

\* RTV's benötigen zum Aushärten Luftfeuchtigkeit. Erhöhte Temperaturen werden nur dann empfohlen, wenn eine ausreichend hohe relative Luftfeuchtigkeit vorhanden ist. \*\* Diese Information ist nur als Richtwert zu verstehen.

## Wärmeleit- produkte

	TPM350	TPM550	GP300	GP500	ER2221	UR5633	SC4003
	Phase Change Wärmeleitmaterial	Phase Change Wärmeleitmaterial	Wärmeleit-Gap-Pad	Wärmeleit-Gap-Pad	Zweikomponenten- Epoxidharz	Zweikomponenten- Polyurethanharz	Zweikomponenten- Silikonharz
Wärmeleitfähigkeit (W/m.K)	3.5	5.5	3.0	5.0	1.20	1.24	0.70
Dichte (g/ml)	2.2	2.48	3.00	3.10	1.88	1.65	1.40
Viskosität (mPa s)	k.A	k.A	k.A	k.A	6,000	30,000	3500
Aushärtezeit (in Stunden bei 20°C / 60°C)	k.A	k.A	k.A	k.A	24/2	24/4	24/2
Temperaturbereich (°C)	-40 to +125	-40 to +125	-50 to +160	-50 to +150	-40 to +150	-50 to +125	-60 to +200
Gewichtsverlust durch Verflüchtigung (96 Stunden bei 100 °C nach IP-183)	≤0.55%	≤0.55%	≤0.70%	≤2.0%	k.A	k.A	N/A
Durchschlagsfestigkeit (kV/mm)	-	-	7.5	7	10	18	12
Spezifischer Durchgangswiderstand (Ω•cm)	-	-	2.3 x 10 <sup>11</sup>	1 x 10 <sup>10</sup>	1 x 10 <sup>10</sup>	1 x 10 <sup>14</sup>	1 x 10 <sup>14</sup>

# Wir haben die Lösung – für alles

Gießharze

Kontaktschmiermittel

Wärmeleitprodukte

Wartungs- und  
Reparaturhilfen

Reinigung von  
elektronischen  
Bauteilen und  
allgemeine  
Reinigung

Schutzlacke

Wir haben die Lösung, wenn es um die Entwicklung, Herstellung und Lieferung von Schutzlacken, Wärmeleitpasten, Gießharzen, Reinigern und Schmiermitteln geht. Durch Zusammenarbeit und Forschung entwickeln wir neue, umweltfreundliche Produkte für viele der weltweit bekanntesten Hersteller von Industrie- und Haushaltsartikeln – und das stets gemäß den ISO-Normen.

Durch die Verbindung dieser einzigartigen Fähigkeit zum Angebot einer Komplettlösung mit unserer weltweiten Präsenz profitieren Sie von einer zuverlässigeren Lieferkette und von der Sicherheit, dass stets die richtige Größenordnung vorhanden ist – auf diese Weise können wir Ihnen einen Service bieten, der seinesgleichen sucht.

Sie wollen mehr über unser Erfolgsrezept wissen? Dann rufen Sie uns einfach an oder besuchen Sie unsere Internetseite.

+44 (0)1530 419600  
[www.electrolube.com](http://www.electrolube.com)

**ELECTROLUBE**  
THE SOLUTIONS PEOPLE

**ELECTROLUBE**  
THE SOLUTIONS PEOPLE

**Hauptsitz / Produktion in Indien**

No: 73, 6th Main, 3rd Phase Peenya  
Industrial Area Peenya  
Bangalore  
560058  
Indien

**T** +91 80 2972 3099

**E** [info@electrolube.co.uk](mailto:info@electrolube.co.uk)

**www.electrolube.com**

**Hauptsitz / Produktion in China**

Building No2, Mauhwa Industrial Park,  
Caida 3rd Street, Caiyuan Industrial Zone,  
Nancai Township, Shunyi District  
Beijing, 101300  
Peoples Republic of China

**T** +86 (10) 89475123

**F** +86 (10) 89475123

**E** [info@electrolube.co.uk](mailto:info@electrolube.co.uk)

**www.electrolube.com**

**Hauptsitz / Produktion im  
Vereinigten Königreich**

Ashby Park  
Coalfield Way  
Ashby de la Zouch  
Leicestershire  
LE65 1JR  
United Kingdom

**T** +44 (0)1530 419600

**F** +44 (0)1530 416640

**E** [info@electrolube.co.uk](mailto:info@electrolube.co.uk)

**www.electrolube.com**

Eine Sparte von H K Wentworth Limited  
Eingetragener Sitz siehe oben  
Eingetragen in England unter Nr. 368850

Alle Informationen sind mit bestem Gewissen  
angegeben, werden aber nicht garantiert. Die  
Eigenschaften sind Richtlinien und sollten nicht  
daran festgemacht werden.

