

## **Neue Chipvergussmassen: Für jede Anforderung das passende Produkt**

**Dipl.-Ing. Rainer Dörfler, Produktmanager, DELO Industrie Klebstoffe, Windach**

Ob in der Digitaluhr, dem Handy, der Waschmaschine oder der empfindlichen Steuerung der Servolenkung – Halbleiter-Chips sind heute in fast allen Geräten des täglichen Gebrauchs zu finden. Um die in den empfindlichen Mikrochips enthaltene Hardware zu schützen und eine sichere und zuverlässige Nutzung der Geräte zu gewährleisten, wurden verschiedene Verpackungs- und damit Schutztechniken entwickelt. Im COB-Verfahren (Chip on Board) wird der ungehäuste Halbleiter-Chip auf eine Platine geklebt und mit feinen Drähten elektrisch mit dem Schaltkreis verbunden. Zum Schutz der feinen Strukturen auf dem Chip und der Drähte ist es notwendig, den Chip zu vergießen. Nur so kann ein wirksamer Schutz vor mechanischen Belastungen (Vibration, Temperaturschwankungen) und Umwelteinflüssen (Feuchtigkeit, Korrosion) sichergestellt werden. Technisch wird der Schutz dadurch realisiert, dass der Chip mit einer flüssigen Harzmatrix, z. B. einem Epoxidharz-Klebstoff umgossen wird, die anschließend gehärtet wird (Glop Top).

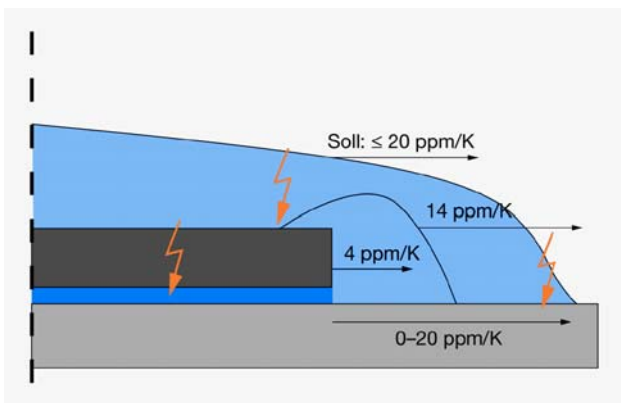
Die Entwicklung elektronischer Baugruppen für den Hochzuverlässigkeitsbereich wie es z. B. sicherheitsrelevante Steuerungen im Auto sind, zog eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Chip-Packaging nach sich. Dazu kamen Anforderungen wie kleinere Abmessungen und geringere Kosten. Seit vielen Jahren ist DELO einer der weltweit führenden Hersteller für Chipvergussmassen im Bereich der Chipkarten. Das Know-how fließt auch in neu entwickelte Vergussmassen für Elektronikchips für den Bereich hoher Zuverlässigkeiten und schneller Aushärtung.

### **Vergussmassen für höchste Zuverlässigkeiten im Automotivbereich**

Die Anforderungen an Chipvergussmassen sind je nach Art des herzustellenden Endprodukts höchst unterschiedlich. So müssen bei Smart Card Chips höchste Durchsätze und viele Lastwechsel in Biegetests erreicht werden, eine Temperaturbelastbarkeit bis 150°C dagegen spielt so gut wie keine Rolle. Baugruppen für den Einsatz im Auto oder anspruchsvollen Industrieanlagen dagegen müssen in einem weiten Temperaturbereich zuverlässig funktionieren, hohen mechanischen Belastungen standhalten und gegenüber dem Einfluss vieler Medien unempfindlich sein. Diese besonderen Anforderungen werden vor allem von säureanhydridvernetzenden Epoxiden erfüllt, deren Eigenschaften maßgeschneidert zu den Anforderungen im Hochzuverlässigkeitsbereich passen:

### Niedrige Ausdehnungskoeffizienten und hohe Glasübergangstemperaturen

Durch den Verguss des Chips und der Bonddrähte auf der Leiterplatte kommt es zu einem Verbund unterschiedlicher Materialien, die sich bei Temperaturänderungen unterschiedlich stark ausdehnen bzw. zusammenziehen – ein so genannter Thermal Mismatch. Dadurch kommt es in dem Verbund zu Spannungen. Diese hängen sehr stark vom Ausdehnungskoeffizienten (CTE: Coefficient of thermal expansion) der Vergussmasse ab. Um die Spannungen möglichst klein zu halten, ist es nötig, den CTE möglichst nahe an die CTE der anderen Materialien (Siliziumchip 4 ppm/K, Golddrähte 14 ppm/K, Leiterplatte 0 – 20 ppm/K) anzupassen. So werden in der Praxis beste Ergebnisse mit Produkten mit  $CTE \leq 20$  ppm/K erzielt, wie sie mit den neuen säureanhydrid-härtenden, gefüllten Epoxies von DELO, DELO-MONOPOX GE, erreicht werden.



**Abb. 1:**

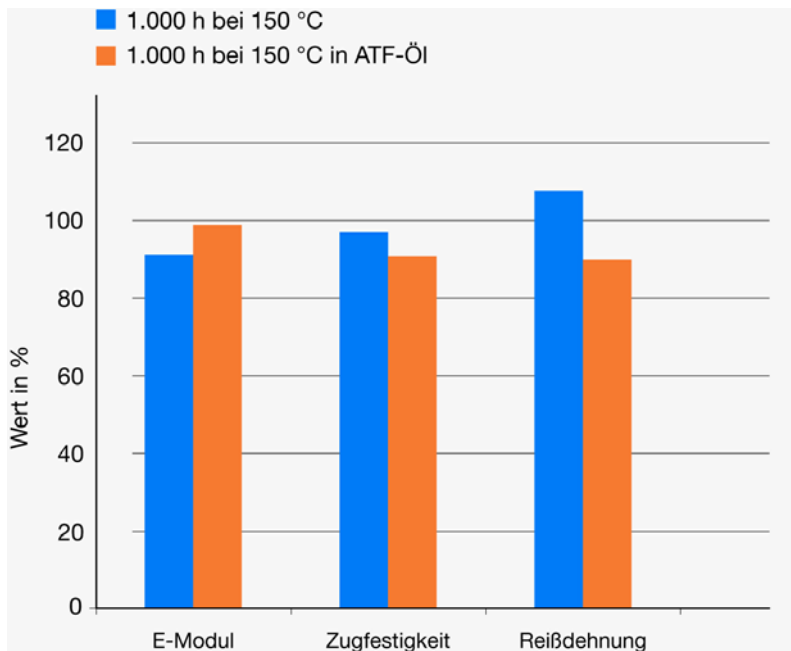
Ausdehnungskoeffizienten von Chipvergussmassen  $> 20$  ppm/K führen bei Automotive-Anwendungen zu hohen Ausfallraten bei Temperaturwechseln, da durch den sog. Thermal Mismatch hohe innere Spannungen entstehen. (Dargestellt in der Abbildung durch die gelben Blitze). Der Thermal Mismatch kann durch einen Ausdehnungskoeffizienten der Chipvergussmasse  $\leq 20$  ppm/K minimiert werden.

Die Glasübergangstemperatur ( $T_G$ ) eines Polymers kennzeichnet einen Temperaturbereich, in dem es zu einer deutlichen Änderung von Eigenschaften wie z. B. E-Modul oder CTE kommt. Für die Zuverlässigkeit von Chipvergussmassen ist es deshalb günstig, wenn der  $T_G$  über dem oberen Temperatureinsatzbereich in der Anwendung liegt. Mit DELO-MONOPOX GE werden hier Werte  $> 150$  °C erreicht.

### Hohe Beständigkeit gegenüber Temperatur, Medien und Korrosion

Polymere sind in ihrer Temperaturbeständigkeit nach oben begrenzt. Doch auch schon unter den ausgewiesenen Temperaturgrenzen kann es unter Umständen zu Materialveränderungen wie Versprödung kommen. Hohe innere Spannungen und Ausfälle sind die Folgen. Eine derartige Versprödung kann beispielsweise unter Medieneinfluss stattfinden. Denkbar ist aber auch, dass die Vergussmasse quillt oder aggressive Medien bis zum zu schützenden Chip diffundieren und dort Korrosion auslösen. Ein Effekt, der noch verstärkt wird, wenn durch ein Medium, wie z. B. Wasser, korrosive Bestandteile aus der Vergussmasse gelöst werden.

DELO-MONOPOX GE Chipvergussmassen weisen infolge ihres hohen Vernetzungsgrades eine sehr gute thermische und chemische Beständigkeit auf und zeigen ein minimales Nachhärtungspotenzial.



**Abb. 2:**  
*Veränderung der signifikanten Eigenschaften von DELO-MONOPOX GE720 unter verschiedenen Einlagerungsbedingungen. Das Produkt zeigt sich sehr stabil – auch nach Einlagerung in heißem Getriebeöl.*

Aufgrund ihres nahezu idealen Eigenschaftsprofils werden säureanhydridhärtende Epoxide seit vielen Jahren als Chipvergussmassen im Hochzuverlässigkeitsbereich eingesetzt. Unter den Vergussmassen mit einer anderen chemischen Basis haben nur Silikone eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Sie können aber wegen ihrer Weichheit nur bedingt für mechanischen Schutz sorgen.

Mit den aktuellen Entwicklungen von DELO ist es gelungen, durch Kombination neuartiger Rohstoffe den bewährten Standard säureanhydridhärtender Epoxies zu verbessern und ein leistungsfähiges Sortiment für die verschiedensten, individuellen Anforderungen zu entwickeln. Neben den marktüblichen Zuverlässigkeitstests wie z. B.

- 1.000 Zyklen Temperaturschocktest -40 / 150 °C
- 1.000 h Einlagerung in 85 °C/85 % r. F. Klima unter konstanter Spannung
- Dreifacher Durchlauf durch bleifrei Lotprofil

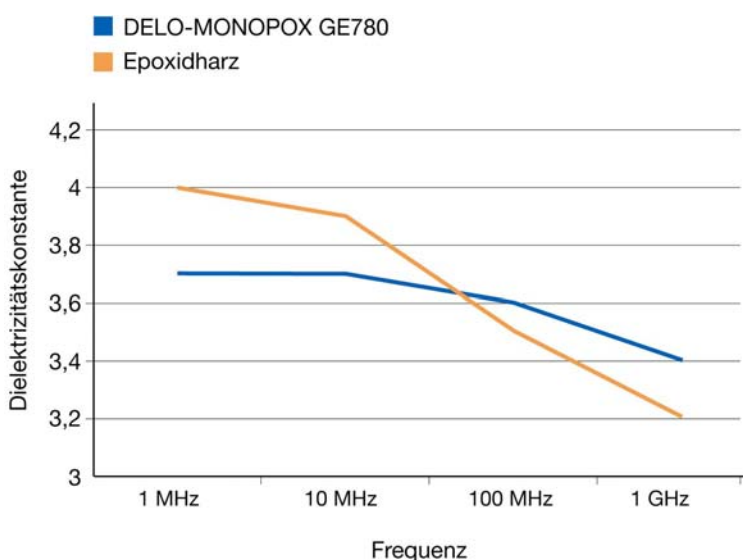
zeigen diese insbesondere an Problemchips mit ungünstiger Wirebond-Anordnung sehr gute Zuverlässigkeitswerte.

Auch bei der Temperatur- und Medienbeständigkeit zeigen DELO-MONOPOX GE sehr gute Ergebnisse in der Praxis. Dadurch ist es einerseits möglich, auch Halbleiterchips und Komponenten zu vergießen, die in Kontakt mit aggressiven Medien stehen, wie dies z.B. bei Sensoren der Fall sein kann. Andererseits kann die gute Medienbeständigkeit genutzt werden, um den Chip effektiv vor Manipulation durch absichtliches Freilegen des Chips zu schützen.



**Abb .3 :**  
*Manipulationsschutz: DELO-MONOPOX GE780 zeigt nach 336 h Einlagerung in 10 % ge Schwefelsäure bei 23 °C keine sichtbaren Auflösungserscheinungen.*

Vorteile bieten die Produkte auch dort, wo eine hohe Konstanz elektrischer Kennwerte gefordert ist. So bleibt die Dielektrizitätskonstante in einem weiten Temperaturbereich konstant und ändert sich erst nahe an der Glasübergangstemperatur, die bei diesen Produkten sehr hoch liegt. Die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Frequenz ist deutlich weniger ausgeprägt als bei vergleichbaren Epoxidharz-Vergussmassen.

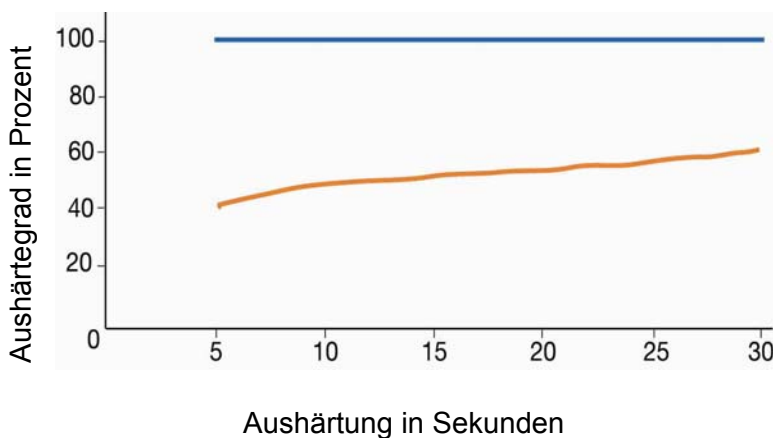


**Abb .4 :**  
*Die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Frequenz ist bei DELO-MONOPOX GE780 deutlich weniger ausgeprägt als bei anderen Epoxidharz-Vergussmassen*

### Chipverguss im Sekundentakt: Optimiert für Consumer-Produkte

An die meisten Consumer-Produkte wie elektronisches Spielzeug oder Digitaluhren werden deutlich geringere Anforderungen gestellt als bei Automotive-Anwendungen: Der Temperatureinsatzbereich ist niedriger, Medieneinflüsse spielen eine untergeordnete Rolle und die Lebenserwartung ist meist niedriger angesetzt. Über den wirtschaftlichen Erfolg entscheidet hier, hohe Stückzahlen zu niedrigen Kosten zu produzieren. Entsprechend werden Chipvergussmassen benötigt, die sich möglichst schnell und damit „inline“ aushärten lassen. DELO hat die seit langem im Bereich der Smart Cards bewährten UV-härtenden Chipvergussmassen weiterentwickelt und an die Anforderungen im Consumer-Bereich angepasst. Es stehen für diesen Einsatzbereich Chipvergussmassen mit zwei verschiedenen Aushärtemechanismen zur Verfügung: DELO-KATIOBOND GE sind kationisch UV-härtende Produkte; bei den hier eingesetzten DELO-MONOPOX GE handelt es sich um warmhärtende Produkte.

Die Massen können sehr schnell durch UV-Licht (30 s bei 55 mW/cm<sup>2</sup> UVA-Intensität) oder durch Wärme (5 min bei 130°C) ausgehärtet werden und sind damit deutlich schneller als die in diesem Feld etablierten Produkte. Dabei müssen bei den geforderten Zuverlässigkeiten keine Abstriche gemacht werden.



**Abb. 5:**  
*Der Aushärteverlauf von DELO-KATIOBOND GE680 zeigt, dass das Produkt nach kurzer Belichtungszeit aushärtet. Die Endvernetzung wird nach 24 h ohne weitere Belichtung erreicht.*

### **Neue maßgeschneiderte Produktpalette**

Die Weiterentwicklung der auf diesem Gebiet üblichen Standards wurde permanent vorangetrieben, um den veränderten Anforderungen der Anwender gerecht zu werden. Mit einer breiten Produktpalette auf neuestem technischem Stand bietet DELO in vielen, insbesondere Problem behafteten Anwendungen wirtschaftlich interessante Lösungen. Und DELO geht noch einen Schritt weiter: Die Anforderungen sind so unterschiedlich, dass selbst mit der breiten Palette an Standards unter Umständen nicht jeder Spezialfall gelöst werden kann. Die flexiblen Strukturen des Mittelständlers erlauben es jedoch, auch für vergleichsweise kleine Mengen, etwa ab 25 kg, kundenspezifische Modifikationen vorzunehmen. Nicht zuletzt aus diesem Grund ist DELO ein anerkannter Partner im Produktentwicklungsprozess vieler namhafter Automobilzulieferer und Baugruppen-Hersteller. So lassen sich das Know-how und der Support des Klebstoffherstellers mit den Ideen und Vorstellungen der Elektronik-Entwickler ideal verbinden, um die mikroelektronische Revolution weiter voranzubringen.

09/2007