

Silikonvergussmassen

Die Verwendung von Vergussmassen zum Schutz von empfindlichen Bauteilen ist eine weit verbreitete Anwendung in verschiedensten Industrien insbesondere in der Elektronikfertigung. Es gibt mannigfaltige Gründe warum eine elektronische Baugruppe vergossen werden muss: Mechanischer Schock, Temperaturschocks, Vibrationen, chemische Einflüsse, Feuchtigkeit, Temperaturzyklen usw. Zusätzlich können Vergussmassen auch zur Wärmeleitung als auch zum Lichttransfer eingesetzt werden.



Obwohl die Endanwendung einfach und geradlinig erscheint, sind die Einsatzbedingungen, Bauteildesign und Produktionstechniken sehr komplex und stellen an die Vergussmassen höchste Anforderungen. Deshalb ist es sehr wichtig die Vergussmasse sorgfältig den Anforderungen im Feld anzupassen und auszuwählen. Intensive Versuche und Qualifizierungen sind für eine Freigabe für den Einsatz notwendig. Es sind verschiedenste Systeme wie Polyurethane, Epoxide, Silikone und andere Elastomere im Markt verfügbar und alle haben ihre Vorteile und Nachteile. Daher ist es wichtig die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe mit den Anforderungen der Anwendung abzugleichen.

Warum Silikonvergussmassen?

Silikonpolymere und Elastomere haben besondere physikalische Eigenschaften inklusive:

- Breiter Einsatztemperaturbereich -115 bis 300°C
- Sehr gute elektrische Eigenschaften
- Flexibilität
- Härtegrade von weichen Gelen bis zu harten Gummiarten
- UV Beständigkeit
- Gute chemische Beständigkeit
- Wasser und feuchteabweisend
- Keine oder sehr geringe Toxizität
- Einfach zu verwenden
- Beständig gegenüber Pilzbildung (fungus)

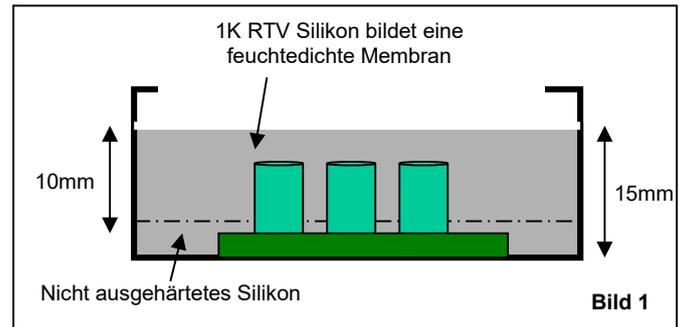
Diese natürlichen Eigenschaften können durch Zugabe von Füllstoffen und anderen chemischen Zusätzen erweitert und verbessert werden. Dabei kann es sich um Flammverzögerung, Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit und Haftung handeln. Durch die Auswahl von Polymeren und Füllstoffen kann auch die Rheologie und Viskosität des jeweiligen Produktes beeinflusst werden. Die Aushärtungsmatrix kann durch Silikonchemie dahingehend formuliert werden, dass unter Wärme oder bei Raumtemperatur vernetzt werden kann. Des Weiteren kann auch die Endhärte und der Modulus des Werkstoffes beeinflusst werden. Silikone können als 1K oder 2K Systeme geliefert werden. Kurz, Silikone sind sehr breitflächig einsetzbar und bieten Entwicklern eine breite Palette an Produktvielfalt zur Auswahl.

Silikonchemie

Systeme, die bei Raumtemperatur aushärten oder von einem flüssigen Zustand in einen festen übergehen bezeichnet man als RTV's (Raum Temperatur vernetzend). Silikonvergussmassen fallen im Allgemeinen in zwei Kategorien: kondensationsvernetzend oder additionsvernetzend. Es ist entscheidend die Unterschiede dieser beiden Kategorien für die Produktauswahl zu verstehen.

Kondensationsvernetzung

Kondensationsvernetzende Systeme verwenden die Luftfeuchte in der Atmosphäre während des Aushärtprozesses und können nicht durch Wärmezufuhr in der Aushärtung beschleunigt werden. Dies kann einen reversiblen Effekt haben. Generell werden während der Aushärtung minimale Mengen eines Abspaltproduktes gebildet. Diese beiden Faktoren diktieren, dass das Produkt nur aushärtet, wenn komplett unter Atmosphäreinfluss. Die Aushärtung wird negativ beeinflusst, wenn das Material nicht ausgehärtet in einen luftdicht abgeschlossenen Bereich verwendet werden soll. Diese Chemie und die Regeln gelten für alle 1L Systeme, Lacke und 1K oder 2K Vergussmassen, die kondensationsvernetzend aushärten.



1K kondensationsvernetzende Systeme sollten nicht bei einer Vergusstiefe von mehr als 10 mm verwendet werden. (Bild 1) Es wird nur eine feuchtedichte Membran bilden aber nicht bis in die Tiefe aushärten.

1K RTV's verwenden viele verschiedene Vernetzer, um ein Elastomer auszubilden. Diese Vernetzer bilden Abspaltprodukte während der Aushärtung, welche schädlich für einige sensible Elektronik sein können. Deshalb empfehlen wir von CHT nur den Einsatz von Alkohol und Aceton vernetzenden 1K RTV's als Vergusswerkstoffe.

1-Part RTV Cure mechanisms	By-Product	Effect
Acetoxy	Acetic Acid	Corrosive
Oxime	Ketoxime	Mild Corrosive
Alkoxy	Methanol	Non Corrosive
Acetone	Acetone	Non Corrosive

Reversion: - kondensationsvernetzende Systeme die einen organischen Zinnkatalysator verwenden, können, unter bestimmten Voraussetzungen, anfangen chemisch zu degradieren und in einen flüssigen Zustand zurückkehren. Dieser Prozess kann beginnen, wenn der Silikonwerkstoff in einer luftdichten Einheit aufgebracht ist und dieses Bauteil über längere Zeit sehr hohen Temperaturen ausgesetzt ist (z.B. 6 Monate bei 90°C). Wenn der Werkstoff aber der Atmosphäre ausgesetzt ist, kann dieses Phänomen nicht passieren und eine Beständigkeit gegenüber sehr hohen Temperaturen bis 300°C stellen kein Problem dar.

Kondensationsvernetzende Silikone	
Vorteile	Nachteile
1K Systeme	1K Systeme
Einfache Handhabung : kein Vermischen notwendig	Maximale Tiefenaushärtung bis 10 mm
Keine Probleme durch falsche Mischverhältnisse	Festgelegte Aushärtzeiten
Einfaches Dosieren von Kartusche oder Tube	Viskositätsgrenzen
Kann für dünne Schichten verwendet werden <7mm	Reversion in flüssigen Zustand möglich
2K Systeme	2K Systeme
Breite Toleranz beim Mischverhältnis	Etwas höherer Schrumpf im Vergleich zu Addition
Begrenzte Gefahr durch Inhibierung	Reversion in flüssigen Zustand möglich
Sehr gute Tiefenaushärtung	
Beschleuniger für schnellere Aushärtung lieferbar	

Additionsvernetzung

Additionsvernetzende System härten mit einem Platin basierten Katalysator aus. Sie bilden keine Abspaltprodukte während der Aushärtung. Einmal katalysiert, werden die Werkstoffe komplett aushärten, auch in einem luftdicht abgeschlossenen Bereich oder Bauteil. Luftfeuchte ist nicht von Belang für diese Systeme. 2K Systeme können so formuliert werden, dass diese bei Raumtemperatur aushärten und durch Wärmezufuhr beschleunigt werden können, ohne den Werkstoff nachhaltig zu schädigen. Ein Reversionseffekt wird nicht eintreten. 1K Systeme können nur mit Wärme vernetzt werden.

Der Platinkatalysator kann durch bestimmte Chemikalien verunreinigt werden. Dies wird zu einer Inhibierung/unvollständigen Aushärtung. Sichtbar wird dies durch eine klebrige, unvollständig ausgehärtete Schicht des Silikons. Folgende Chemikalien sollten im Kontakt mit Platin basierten Silikon RTV's vermieden werden: Schwefel, Phosphor, Amine und Zinn.

Diese Systeme benötigen bei der Formulierung eine feine chemische Balance, um die gewünschten physikalischen und mechanischen Eigenschaften des ausgehärteten Silikons zu gewährleisten. Darum ist ein vollständiges Vermischen der A und B Komponenten sehr wichtig, bevor diese ausgewogen und vermischt werden. A & B Komponente werden als gebrauchsfertiges Kit angeliefert und es ist nicht empfehlenswert Werkstoffe von zwei verschiedenen Losgrößen zu vermischen.

Additionsvernetzende Silikone	
Vorteile	Nachteile
1K Systeme	1K Systeme
Einfache Handhabung – Kein Vermischen notwendig	Wärmeaushärtung notwendig
Keine Probleme durch falsche Mischverhältnisse	Gute Haftung schwerer zu erreichen
Kann für dünne und dicke Schichten verwendet werden	Empfindlich wegen Inhibierung
Gute physikalische Werte	Geringe Haltbarkeit kann auftreten
2K Systeme	2K Systeme
Sehr gute Tiefenaushärtung	Empfindlich wegen Inhibierung
Verwendungsdauer kann beeinflusst werden	Verlangen genaue Mischverhältnisse
Kein Reversionseffekt	Gute Haftung schwerer zu erreichen
Sehr geringer Schrumpf	
Kann wärmebeschleunigt aushärten	
Optisch klare Systeme lieferbar	

ahl einer Silikonvergussmasse

Es gibt drei Schlüsselmerkmale für die Wahl einer Silikonvergussmasse:

- 1) Was sind die Einsatz und Umweltbedingungen des fertigen Bauteils?
- 2) Was für physikalische Eigenschaften muss die Vergussmasse aufweisen?
- 3) Wie wird der Werkstoff ausgebracht?

Wir werden alle o.g. Faktoren beachten und auf diese hinweisen.

Umweltbedingungen

- Wie sind die Einsatztemperaturen?
Gibt es extreme Temperaturschwankungen?
 Wenn ja, verwenden Sie ein weicherer Material um Stress auf den Bauteilen zu vermeiden.
Gibt es ein Reversionsrisiko?
 Wenn ja, verwenden Sie additionsvernetzende Werkstoffe.
Benötigen Sie Schutz vor Vibrationen/mechanischem Schock?
 Wenn ja, verwenden Sie Gele oder weiche Werkstoffe.
Werden Chemikalien in Kontakt kommen?
 Wenn ja, welche?

Fertigungsprozess

- Verwenden Sie ein 1K oder 2K System?
 Wenn nein 2K, wie möchten Sie vermischen?
Wie möchten Sie vermischen?
Welche Viskosität kann das Dosiergerät verwenden?
Ist der Werkstoff verträglich mit Dichtungen?
Wie fließfähig muss der Werkstoff sein?
Muss er unter Bauteile fließen können?

Aufgrund der Komplexität von Produktdesign und der Individualität des Fertigungsprozesses kann es vorkommen, dass nicht alle gewünschten Parameter der Spezifikation erreicht werden können. Somit müssen eventuell auch Kompromisse erarbeitet werden. Darum ist es wert, die wichtigsten Parameter zu erarbeiten zwecks Langlebigkeit des Bauteils und Zuverlässigkeit zu garantieren. Wir empfehlen den Werkstoff immer intensiv zu testen bzgl. der Einsetzbarkeit sowohl im Bauteil als auch im Fertigungsprozess. Erst dann sollte ein Silikonwerkstoff spezifiziert werden. In einigen Fällen können existierende Produkte auch durch kundenspezifische Entwicklungen angepasst werden oder neue Lösungen erarbeitet werden. Die Anwendungstechniker von CHT haben eine jahrelange Erfahrung im Verkauf und der Beratung von kundenspezifischen Lösungen und können hier assistieren.

CHT Silikonvergussmassen

Für eine aktuelle Version der Produktliste für Vergussmassen besuchen Sie uns unter:
<https://acc-silicones.de/products/encapsulants>

Physikalische Eigenschaften

- Ist die Härte wichtig?
Ist die Farbe wichtig?
Benötigen Sie ein klares System?
 Wenn ja, welcher Brechungsindex?
Benötigen Sie Wärmeleitfähigkeit?
 Wenn ja, wie hoch?
Entflammbarkeit, benötigen Sie UL94V0?
Benötigen Sie Haftung?
 Wenn ja, welche Substrate werden verwendet?
 Können Sie einen Haftvermittler verwenden?
Welche elektrischen Eigenschaften sind notwendig?
Muss die Vergussmasse abrieb und reißresistent sein

- Wie lange ist die Aushärtung möglich?
Können Sie mit Wärme vernetzen?
Benötigen Sie vollständige Aushärtung vor dem nächsten Fertigungsschritt?
Besteht ein Risiko durch Inhibierung?
Wenn ja, sollte ein kondensationsvernetzender Werkstoff und ein Haftvermittler verwendet werden.