

SILICONHARZE FÜR ISOLIERENDE VERBUNDWERKSTOFFE

Siliconharze sind ein zwar oft nicht sichtbarer, aber dennoch essenzieller Bestandteil von Verbundwerkstoffen. Ob im Toaster, Föhn, in der U-Bahn oder im Zug – Verbundwerkstoffe kommen in den unterschiedlichsten Anwendungen zum Einsatz, die uns im Alltag wie selbstverständlich begleiten.

Verbundwerkstoffe: Einsatz und Bestandteile

Verbundwerkstoffe werden häufig als mechanisch belastbare Bauteile für konstruktive Zwecke eingesetzt. Gleichzeitig bieten sie elektrische und/oder thermische Isolierung. Sie finden diverse technische Anwendungen in der fertigen Industrie (z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik) und begegnen uns in der Konsumgüterindustrie.

Verbundwerkstoffe bestehen aus einem Matrixmaterial und einem Bindemittel. Für das Matrixmaterial kommen beispielsweise Glimmer, Glasfaser, Kunstfaser oder Mineralfaser bzw. deren entsprechende Gewebe oder Gelege zum Einsatz. Als Bindemittel fungiert stets ein Harz.

Siliconharze in Verbundwerkstoffen

Siliconharze zeichnen sich durch zahlreiche vorteilhafte Eigenschaften aus:

- ausgezeichnet elektrisch isolierend über einen weiten Temperatur- und Frequenzbereich
- wasserabweisend, sehr beständig gegen Feuchtigkeit
- gasdurchlässig
- biokompatibel, lebensmittelkonform, chemisch rein, langlebig

Im Vergleich zu anderen Harztechnologien bestehen folgende Vorzüge:

- hohe Temperaturbeständigkeit
- Schwerbrennbarkeit
- keine giftigen Dämpfe beim Verbrennen
- Medienresistenz
- Strahlungsbeständigkeit
- Witterungsbeständigkeit
- niedriger Gehalt an flüchtigen (organischen) Verbindungen

WACKER-Produktportfolio für Verbundwerkstoffe

WACKER bietet Harzprodukte auf Basis unterschiedlicher Siliconharztechnologien an:

- lösemittelhaltige Harzformulierungen
- lösemittelfreie Flüssigharze (100 % Wirkstoffgehalt)
- Festharze (100 % Wirkstoffgehalt)

Zur Ausbildung der endgültigen (soliden) Harzstruktur ist als zusätzlicher Prozessschritt stets eine Aushärtung erforderlich.

Aushärten: wichtige Hinweise

- Siliconharze benötigen zur vollständigen Aushärtung in der Regel erhöhte Temperaturen, z. B. 150 bis 200 °C.
- Die Aushärtung kann durch Zugabe von Katalysatoren erheblich beschleunigt werden.
- Eine Erhöhung der Aushärtetemperatur und der Katalysatormenge verkürzt die Aushärtezeit.
- Zur vollständigen Aushärtung ist mindestens die 3- bis 5-fache Gelierzeit erforderlich.
- Eine thermische Nachbehandlung (Post-curing) ist in der Regel nicht erforderlich, um den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen weiter zu reduzieren – vorausgesetzt, das Siliconharz ist bereits vollständig ausgehärtet.



Siliconharz in Schuppenform



Siliconharz in Pulverform



Flüssiges Siliconharz

Chemische Klassifizierung und Verarbeitung von Siliconharzen

Je nach Art des Aushärtemechanismus unterscheidet man zwischen kondensationsvernetzenden und additionsvernetzenden Siliconharzen.

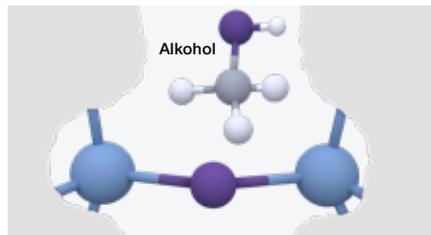
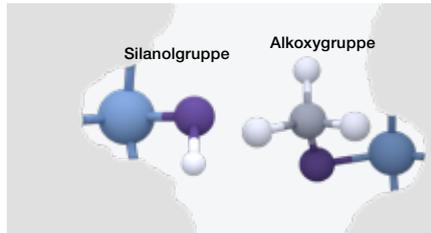
Aushärtungschemie kondensationsvernetzender Siliconharze

Aushärtungsmerkmale:

- Vernetzung über Alkoxy- und/oder Silanolgruppen
- Freisetzung von Spaltprodukten, wie z. B. Wasser oder Alkohol
- Aushärtungskatalysatoren: Metallsalze, Säuren, Basen
- typische Aushärtebedingungen für eine vollständige Aushärtung: >150 °C für mehrere Stunden

Entscheidungskriterien:

- sehr robuste, wenig störanfällige Aushärtungschemie
- Freisetzung von typischerweise 0.5 bis 3 Gew.-% an Spaltprodukten
- leichter Aushärteschrumpf



Vernetzungsvorgang

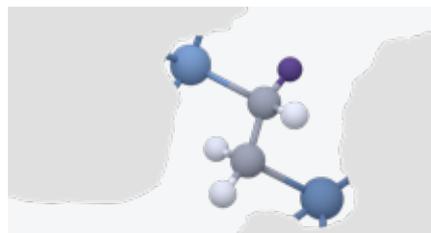
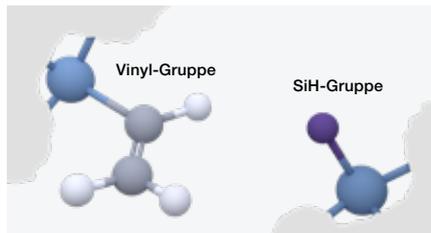
Aushärtungschemie additionsvernetzender Siliconharze

Aushärtungsmerkmale:

- Vernetzung über SiH- und Vinyl-Gruppen
- geeignete Aushärtungskatalysatoren: Platin-Verbindungen
- typische Aushärtebedingungen für eine vollständige Aushärtung: >120 °C für mehrere Stunden

Entscheidungskriterien:

- spaltproduktfreie Vernetzung
- kein Gewichtverlust
- nahezu kein Aushärteschrumpf
- Platin-basierte Aushärtungskatalysatoren sind empfindlich gegenüber Störeinflüssen durch Katalysatorgifte, wie z. B. schwefel- oder stickstoffhaltige organische Verbindungen.



Vernetzungsvorgang

SILRES® Siliconharze für Verbundlaminate und Kompositbänder

SILRES®-Siliconharze sind wichtige Schlüsselkomponenten in Verbundwerkstoffen für elektrotechnische oder konstruktive Zwecke. Siliconharzgebundene Lamine auf Basis von Glimmer, Glas- oder Mineralfaser widerstehen dauerhaft selbst extremen Temperaturen, behalten dabei aber ihre elektrischen und wasserabweisenden Eigenschaften ebenso bei wie ihre hohe mechanische Festigkeit.

Bei einer Temperatur von 600 °C und darüber kann zudem das Siliconharzbindemittel unter Teilpyrolyse des organischen Anteils in eine auf Silizium, Sauerstoff und Kohlenstoff basierende Keramik umgewandelt werden. Der Matrixanteil des Komposits bleibt dabei weitgehend unverändert und fest in das teilkeramifizierte Bindemittel eingebunden, was zu extrem hitzestabilen Verbundwerkstoffen, wie z. B. Mikanit-Platten für elektrische Heizelemente, führt.

Siliconharze weisen aufgrund ihres überwiegend anorganischen Charakters im Vergleich zu organischen Harzen einen deutlich geringeren Pyrolyse-Gewichtsverlust auf. Der Pyrolyse-Schrumpf ist folglich eher gering. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für formstabile, mechanisch belastbare Verbundwerkstoffe und für die Dimensionstreu von keramischen bzw. gesinterten Formkörpern auf Basis anorganischer Matrixmaterialien.



Glimmerpapier

Glas/Glimmer-Kompositbänder bestehen aus einer Trägerschicht (typischerweise ein Glasfasergewebe) und einer Lage Glimmerpapier, welches mithilfe von siliconharzbasierten Formulierungen imprägniert und auf der Trägerschicht fixiert wird. Die auf diese Weise erhaltenen siliconharzgebundenen Glimmerbänder punkten durch hervorragende dielektrische Eigenschaften, Schwerbrennbarkeit und hohe Hitzebeständigkeit. Sie sind somit ideal zur Isolation thermisch hoch beanspruchter oder sicherheitsrelevanter elektrischer Leiter, wie z. B. in feuerfesten Sicherheitskabeln und den Statorspulen von Traktionsmotoren und Generatoren.



Glimmer- und Glasgewebelaminat



Glimmerlaminat



Glasgewebelaminat



Glimmerband

Glimmer-Komposite

- Glimmerpapiere
- Glimmerlaminat:
 - für konstruktive Zwecke (flexible und starre Plattenware, Rohre, Stäbe und diverse andere Formkörper)
 - für Mikanit-Platten (als Bestandteil von elektrischen Heizelementen in Toaster, Fön, Heißluftgebläse und Ähnlichem)
- Funktion des Siliconharzes: Bindemittel der Glimmermatrix
- Produktempfehlungen:
 - **SILRES® MK SCHUPPEN**
 - **SILRES® MK PULVER**
 - **SILRES® K**
 - **SILRES® H44**

Faser- und Gewebelaminat

- als mechanischer Bestandteil elektrischer Baugruppen, wie z. B. Schalter, Relais, Leiterplatten (PCB) oder Ähnlichem
- für konstruktive Zwecke (flexible und starre Plattenware, Rohre, Stäbe, Nutkeile und diverse andere Formkörper)
- Funktion des Siliconharzes: Bindemittel der Faser- und Gewebematrix
- Produktempfehlungen:
 - **SILRES® MK SCHUPPEN**
 - **SILRES® MK PULVER**
 - **SILRES® K**
 - **SILRES® H44**
 - **SILRES® H60**

Glimmerbänder

- zur elektrischen Isolation elektrischer Leiter, z. B. in brandfesten Sicherheitskabeln oder in Formspulen von Traktionsmotoren und Generatoren
- Funktion des Siliconharzes: Imprägnier- und Bindemittel für die Glimmerpapier- und Trägergewebelage
- Produktempfehlungen:
 - **SILRES® 64558 VP**
 - **SILRES® REN 50**

Produktübersicht

	SILRES® MK SCHUPPEN	SILRES® MK PULVER	SILRES® K	SILRES® H44	SILRES® H60	SILRES® 64558 VP	SILRES® REN 50
	Methylsilicon- harz	Methylsilicon- harz	Methylsilicon- harz	Phenylsilicon- harz	Phenylsilicon- harz	Silicone PSA Vormischung	Phenylsilicon- harz
	kondensations- vernetzend	kondensations- vernetzend	kondensations- vernetzend	kondensations- vernetzend	additions- vernetzend	kondensations- vernetzend	kondensations- vernetzend

Unvulkanisiertes Produkt

Lieferform	Schuppen	Pulver	lösemittelhaltige Formulierung	Pulver	lösemittelfreies Flüssigharz	lösemittelhaltige Formulierung	lösemittelhaltige Formulierung
Lösemittel	–	–	Toluol	–	–	Toluol	Xylol/n-Butanol
Festgehalt [Gew.-%]	100	100	50	100	100	40	50
Kinematische Viskosität [mm²/s]	–	–	8	–	–	–	160
Dynamische Viskosität [mPas]	–	–	–	–	1.000	1.800	–
Dichte [g/cm³]	–	–	1,00	–	1,12	0,95	1,02
Erweichungspunkt [°C]	35 – 55	35 – 55	–	45 – 60	–	–	–
Zusätzlicher Härtungskatalysator benötigt	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja

Vulkanisiertes Produkt

Kohlenstoff-Gehalt [%]	ca. 18	ca. 18	ca. 20	ca. 46	ca. 47	ca. 29	ca. 47
Ascherückstand nach Pyrolyse bei 1.000 °C [%]	ca. 82	ca. 82	ca. 79	ca. 77	ca. 56	ca. 46	ca. 76

Typische Anwendungen

Glimmerpapier	●	●	●				
Glimmerlamine	●	●	●				
Glimmerbänder						●	●
Faser- oder Gewebelamine bzw. -Komposite	●	●	●	●	●		

Diese Angaben stellen lediglich Richtwerte dar und sind nicht zur Erstellung von Spezifikationen bestimmt.



Wacker Chemie AG, Hanns-Seidel-Platz 4, 81737 München, Deutschland
www.wacker.com/kontakt, www.wacker.com

Follow us on:   

Die in diesem Medium mitgeteilten Daten entsprechen dem derzeitigen Stand. Der Abnehmer ist von sorgfältigen Eingangsprüfungen im Einzelfall hierdurch nicht entbunden. Änderungen der Produktkennzahlen im Rahmen des technischen Fortschritts oder durch betrieblich bedingte Weiterentwicklungen behalten wir uns vor. Die in diesem Medium gegebenen Hinweise und Informationen erfordern wegen durch uns nicht beeinflussbarer Faktoren während der Verarbeitung, insbesondere bei der Verwendung von Rohstoffen Dritter, eigene Prüfungen und Versuche. Unsere Hinweise und Informationen entbinden nicht von der Verpflichtung, eine eventuelle Verletzung von Schutzrechten Dritter selbst zu überprüfen und gegebenenfalls zu beseitigen. Verwendungsvorschläge begründen keine Zusicherung der Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck. Die Inhalte dieses Mediums sprechen alle Geschlechter gleichermaßen an. Zur besseren Lesbarkeit wird nur die männliche Sprachform (z. B. Kunde, Mitarbeiter) verwendet.