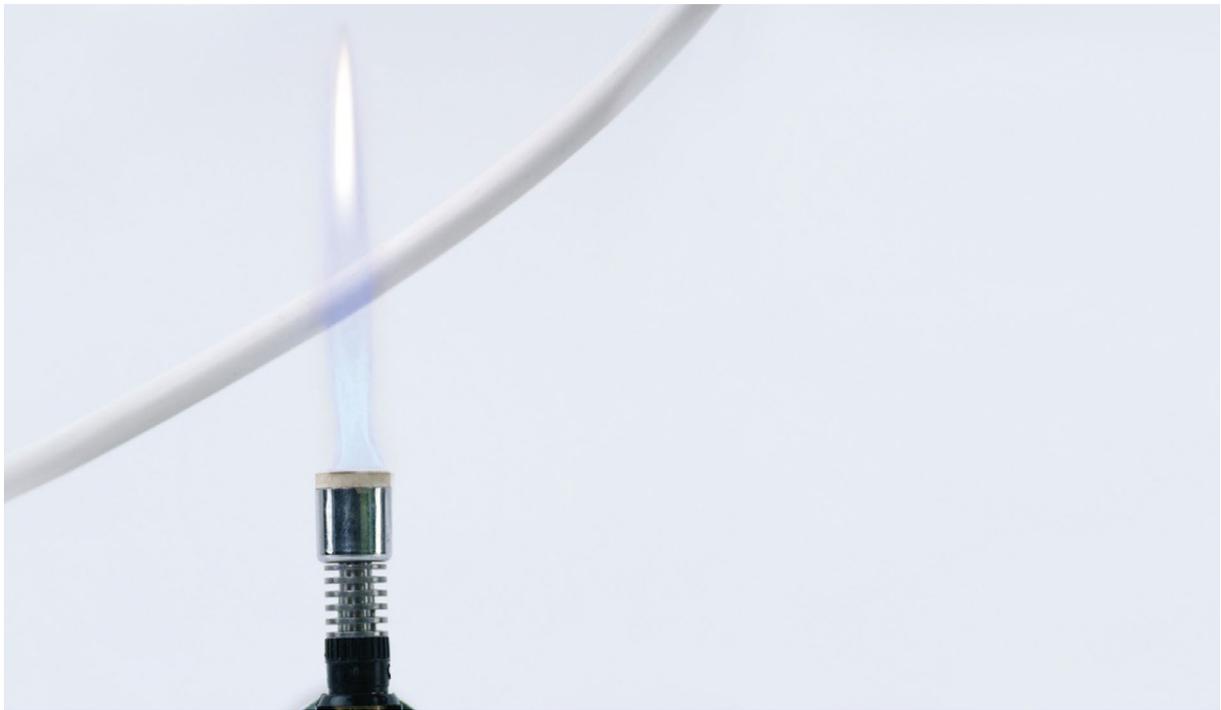


Dynasylan® in gefüllten Kunststoffen




Dynasylan®

 **EVONIK**
KRAFT FÜR NEUES



Warum Kunststoffe auffüllen?

Heutzutage sind die meisten Kunststoffe gefüllte Systeme, bei denen ein mineralisches Füllmaterial in eine Polymermatrix eingebaut ist. Der Einbau eines mineralischen Füllmaterials bietet eine Vielzahl an Vorteilen für die Funktionalität des Endprodukts.

Zum Beispiel reduzieren Flammenverzögerungsmittel die Entflammbarkeit und die Rauchbildung bei Bränden. Weiterhin lassen sich die mechanischen Eigenschaften verbessern. Zusätzlich verbessert die Verwendung von Füllmaterialien, die mit Dynasytan® behandelt sind, die Verarbeitung (z.B. die Rheologie) und mindert die Kosten des Endprodukts.

Solche Verbesserungen von Eigenschaften können nur dann erzielt werden, wenn das Füllmaterial und das Polymer eine exzellente Kompatibilität und Adhäsion aufweisen. Das ist keine einfache Aufgabe, zumal organische und anorganische Verbindungen keine optimale Adhäsion unter normalen Bedingungen erlauben. Dynasytan® Silane sind ein ideales Additiv zur Herstellung von gefüllten Kunststoffkomponenten. Sie sind für nahezu alle Arten von Polymeren erhältlich.



Typische Füllmaterialien in Kunststoffen

Aluminiumtrihydroxid
Magnesiumdihydroxid
Kaolin
Glasfaser
Glaskugeln
Quarzmehl, Silica, Sand
Cristobalit
Wollastonit
Glimmer
Korund
Talk
Eisenoxide
Titanoxid

Anwendungen

HFFR Kabelisolierungen
Kautschukcabel
Glasfaserverstärkte Komponenten
Kunststeine
Kunstharzbeton
Gießereiharz

Inhalt

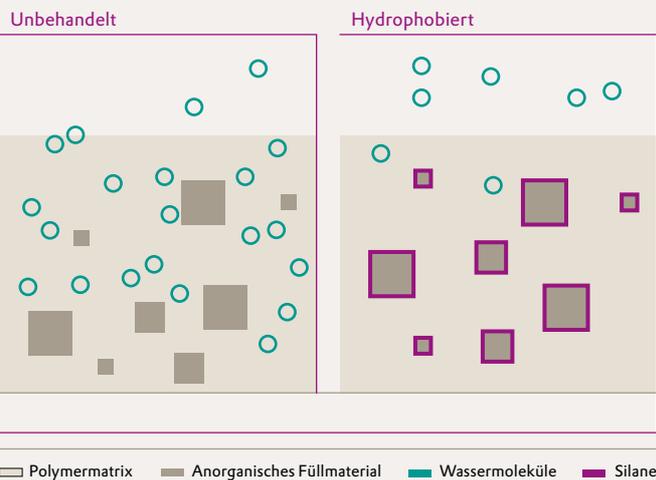
- 2 Warum Kunststoffe auffüllen?
- 4 Dynasylan® reduziert signifikant die Aufnahme von Wasser
- 5 Verbesserung des Schmelzflussverhältnisses mit Dynasylan® Produkten
- 6 Dynasylan® verknüpft Füllmaterialien und Polymere
- 7 Wie funktioniert das?
- 8 Silane in halogenfreien Flammenschutzkabeln
- 9 Wie findet man das geeignete Dynasylan®?
- 10 Produktübersicht

Dynasylan® reduziert signifikant die Aufnahme von Wasser

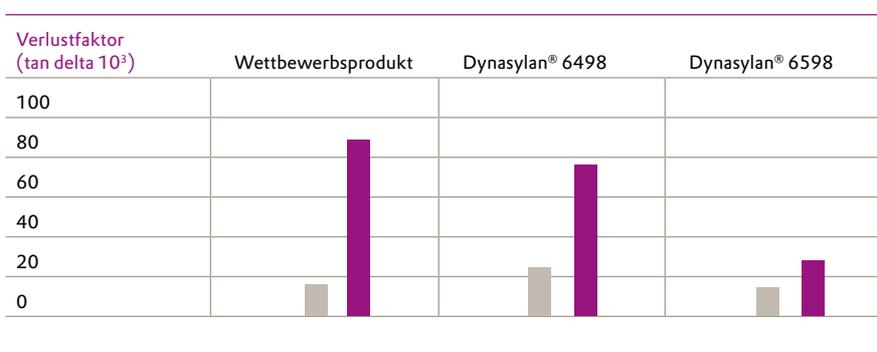
Silane verbessern die hydrophobe Natur von gefüllten Kunststoffen. Mittels Silanen kann die Absorption von Wasser in Polymeren signifikant vermindert werden. Positive Effekte sind zum Beispiel eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaften von kautschukummantelten

Stromkabeln. Die folgende Abbildung zeigt den positiven Effekt von Multifunctional Silane Systems™ auf den dielektrischen Verlustfaktor gefüllter Kautschukkel insbesondere unter Einwirkung von Wasser.

Silane vermindern signifikant die Aufnahme von Wasser in gefüllten Kunststoffen



Elektrische Eigenschaften verbessern sich signifikant mit Dynasylan® 6598



100 h, 90°C (194°F), Wasser
 16 h, 23°C (73°F), 60% rh

Verlustfaktor (DIN VDE 0207) für ein EPDM, das entweder mit Dynasylan® Vinylsilan-Oligomeren oder mittels eines Wettbewerbsprodukts als Haftvermittler gefüllt ist.

Verbesserung des Schmelzflussverhältnisses mit Dynasytan® Produkten

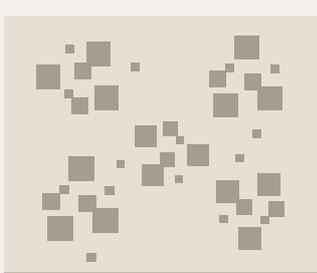
Die Dispersion von Füllstoffen in Polymeren ist eine signifikante technische Herausforderung. Im Allgemeinen liegt der Grund hierfür in der unterschiedlichen Polarität zwischen dem anorganischen Füllmaterial und der organischen Polymermatrix. Silane können aufgrund ihres dualen Charakters (Kombination aus organischen und anorganischen Gruppen innerhalb eines Moleküls) als exzellente

Verträglichkeitsvermittler wirken. Folgende Eigenschaften können mit Dynasytan® erreicht werden:

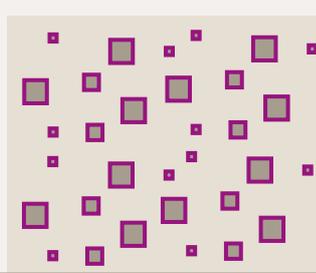
- Reduzierte Viskosität
- Vereinfachte Verarbeitung
- Erhöhte Produktivität
- Verminderte Agglomeration
- Höherer Füllstoffgehalt
- Reduzierte Gesamtkosten

Silane verbessern die Dispersion des Füllmaterials in der Polymermatrix signifikant

Unbehandelt



Behandelt



□ Polymermatrix ■ Anorganisches Füllmaterial ■ Silane

Das Schmelzflussverhältnis hängt vom verwendeten Silan ab

Schmelzflussverhältnis [g/10 min]	ohne Dynasytan®	Dynasytan® SIVO 214	Dynasytan® 1189
25			
20			
15			
10			
5			
0			

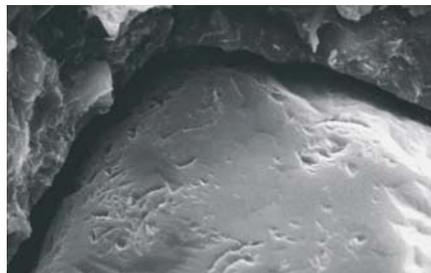
Schmelzflussverhältnis in einem mit Magnesiumdihydroxid gefüllten Propylen (21,6 kg @ 230°C)

Dynasytan® verknüpft Füllmaterialien und Polymere

Eine wichtige Eigenschaft von Silanen ist ihre Fähigkeit, anorganische mineralische Füllstoffmaterialien und organische Polymere über eine chemische Bindung miteinander zu verknüpfen. Dadurch werden die mechanischen Eigenschaften

der gefüllten Komponenten signifikant verbessert. Beispiele hierfür sind silan-behandelte Glasfasern, Quarz in einem ungesättigten Polyester und Aluminiumtrihydroxid in Ethylvinylacetat.

Dynasytan® bindet das Harz an das Füllmaterial



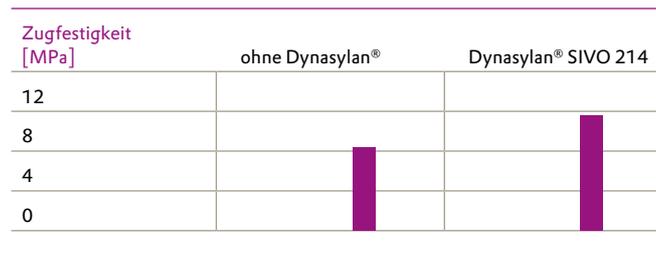
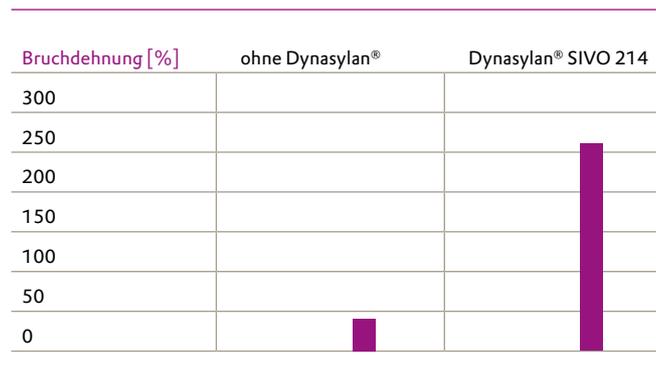
Unbehandelt



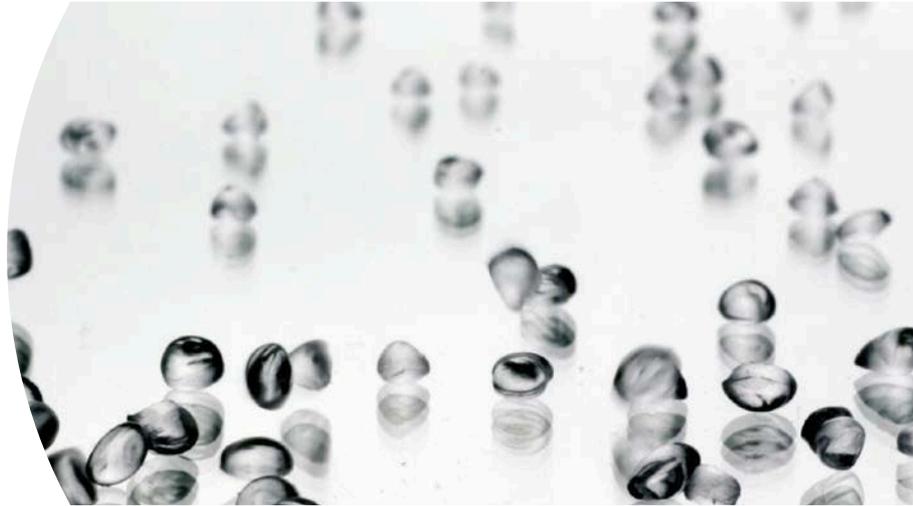
Behandelt

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (SEM) einer gebrochenen Kante eines quarzgefüllten ungesättigten Polyesters. Die Silanverknüpfung verbessert die Adhäsion des Füllmaterials an das Polymer. Der Hohlraum zwischen dem Füllmaterial und dem Polymer ist eliminiert.

Die mechanischen Eigenschaften können durch chemische Kopplung des Polymers an das Füllmaterial verbessert werden

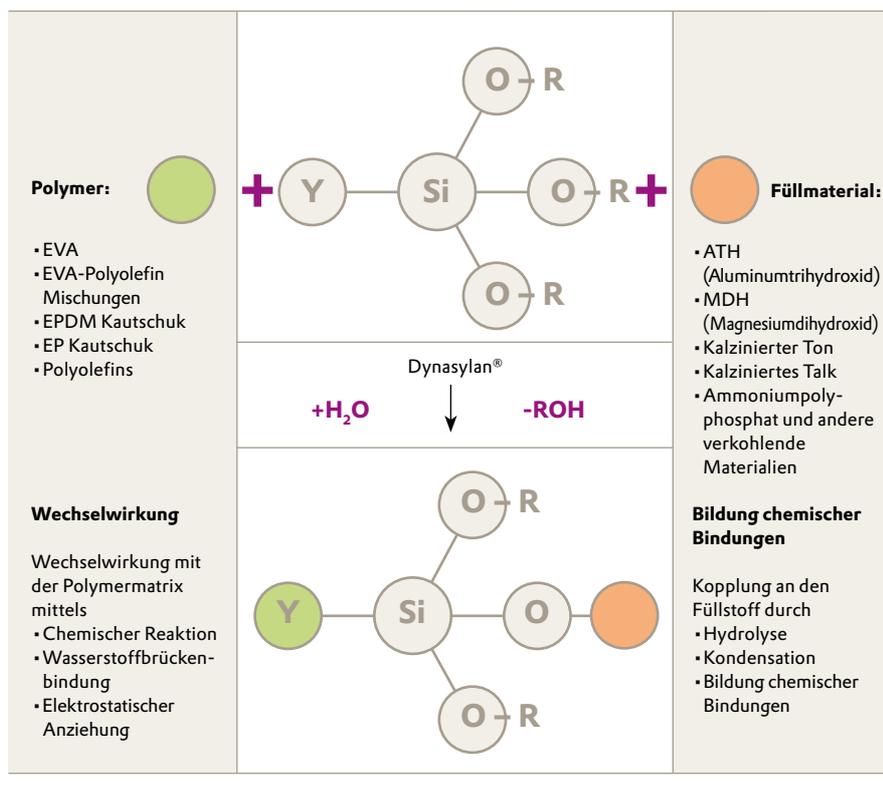


Die Bruchdehnung einer mit Aluminiumtrihydroxid gefüllten Polyethylen/EVA-Kabelverbindung ist signifikant verbessert, und das ohne Beeinflussung der Zugfestigkeit.



Wie funktioniert das?

Mechanismus der Kopplung des Füllmaterials an das Polymer



Die organofunktionelle Y-Gruppe des Silans verbindet sich mit dem Polymer. Diese Gruppe muss gewählt werden, um eine maximale Kompatibilität mit dem Harz zu ermöglichen. Dies gewährleistet eine erhöhte Dispersion. Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften erfolgt eine Reaktion zwischen der Y-Gruppe des Silans und dem Polymer.

Das Silan muss auch mit dem Füllmaterial reagieren. Hierbei gibt es zwei Reaktionsstufen: Zuerst erfolgt die Hydrolyse der Alkoxygruppe. Hieran schließt sich die Reaktion des resultierenden Silanols mit den Hydroxylgruppen auf der Oberfläche des anorganischen Füllmaterials an.

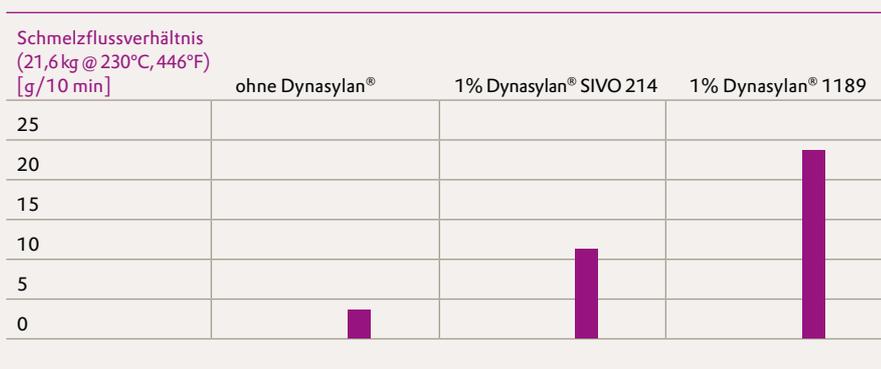
Silane in halogenfreien Flammenschutzkabeln

Die Verwendung von Silanen in gefüllten HFFR (Halogen-free Flame Retardent) Kabelmassen gewährt die gleichen Vorteile wie in anderen gefüllten Kunststoffen:

- Erhöhte Füllstoffgehalte
- Effiziente Flammenverzögerung
- Signifikant verminderte Aufnahme von Wasser in das Polymer
- Deutlich verbesserte elektrische Eigenschaften
- Verbesserte Verarbeitbarkeit von hochgradig gefüllten Polymeren
- Verbesserter Durchsatz während der Kabelproduktion
- Verbesserte mechanische Eigenschaften

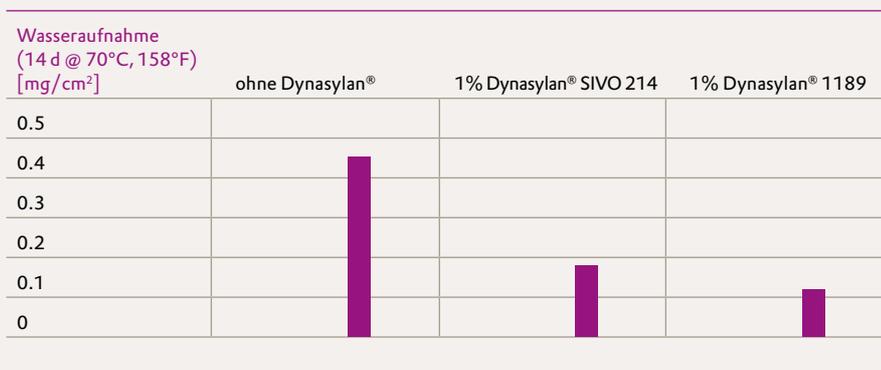
Spezielle Multifunctional Silane Systems™ wie zum Beispiel Dynasytan® SILFIN 70 und SILFIN 71 erreichen simultan eine Vernetzung des Polyethylens und eine Verknüpfung zwischen dem Füllmaterial und dem Harz.

Positiver Einfluss des Dynasytan® auf das Schmelzflussverhältnis



Das Schmelzflussverhältnis wird durch Silane mindestens um den Faktor 4 verbessert.

Dynasytan® - Signifikante Verminderung der Wasseraufnahme



Durch den Einsatz von Silanen wird die Aufnahme von Wasser um den Faktor 4 vermindert.



Wie findet man das geeignete Dynasytan®?

Aus Sicherheitsgründen erlangt die Verwendung von Kabelmaterialien mit niedriger Entflammbarkeit und niedriger Neigung zur Rauchbildung zunehmend an Bedeutung. Derartige Kabelmaterialien beruhen gewöhnlich auf Polymeren wie zum Beispiel Polyethylen und EVA. Diese Materialien sind mit mineralischen Füllstoffen gefüllt, die Wasser bei erhöhten

Temperaturen freisetzen. Es resultiert ein Kabelmaterial, welches im Falle eines Brandes signifikant weniger Rauch entwickelt, verkohlt anstatt zu schmelzen und dadurch die Flammenausbreitung drastisch reduziert. Gewöhnliche Füllstoffe sind Aluminiumtrihydroxid und Magnesiumdihydroxid. Die Wahl des richtigen Silans hängt von der Polymermatrix ab.

Die Wahl des Dynasytan® hängt vom Verhältnis EVA zu Polyethylen in der Polymermischung ab

	Dynasytan® 6490 Dynasytan® 6498	Dynasytan® SIVO 214 Dynasytan® SIVO 210		
Vinylsilane	[Progressive bar from left to right]			
Aminosilane	[Progressive bar from left to right]			
Gehalt an Vinylacetat	0 %	10 %	20 %	40 %

Produktübersicht

Produktname	Beschreibung	Anwendungen			Vernetzung		Haftvermittlung							
		Kabel	Rohre	Gefüllte Kunststoffe	1-Schrittverfahren (Monosil®)	2-Schrittverfahren (Sioplas®)	Polyethylen	EVA/Polyethylen	Polypropylen	Gummi	Acrylharze	Epoxidharze	Ungesättigte Polyester	Sonstige
Multifunctional Silane Systems™														
Dynasylan® SILFIN 06	Standard Produkt für Kabel	●			●									
Dynasylan® SILFIN 13	Standard Produkt für Kabel	●				●								
Dynasylan® SILFIN 22	Standard Produkt für Kabel	●			●									
Dynasylan® SILFIN 25	Multifunctional Silane System™, ermöglicht höheren Durchsatz	●	●		●	●								
Dynasylan® SILFIN 50	Multifunctional Silane System™ für Rohre		●		●									
Dynasylan® SILFIN 53	Multifunctional Silane System™ für Kabel, LLDPE	●			●									
Dynasylan® SILFIN 63	Multifunctional Silane System™ für Kabel, Härten bei Umgebungstemperatur	●			●									
Dynasylan® SILFIN 70	High-performance Multifunctional Silane System™ zum Vernetzen von HFFR Kabeln			●	●									
Dynasylan® SILFIN 71	High-performance Multifunctional Silane System™ zum Vernetzen von HFFR Kabeln			●	●									
Dynasylan® SILFIN 75	High-performance Multifunctional Silane System™ zum Vernetzen von Kabeln	●			●									
Dynasylan® SILFIN 80	All-in-one Multifunctional Silane System™ für Kabel	●			●									
Aminosilane														
Dynasylan® AMEO	Haftvermittler für polare Compounds			●				●	●					
Dynasylan® SIVO 214	High-performance Multifunctional Silane System™ für polare Compounds			●				●	●					
Dynasylan® SIVO 210	High-performance Multifunctional Silane System™ für polare Compounds			●				●	●					
Dynasylan® 1189	High-performance Silan für polare Compounds			●				●	●					

Produktübersicht

Produktname	Beschreibung	Anwendungen			Vernetzung		Haftvermittlung							
		Kabel	Rohre	Gefüllte Kunststoffe	1-Schrittverfahren (Monosil®)	2-Schrittverfahren (Sioplas®)	Polyethylen	EVA/Polyethylen	Polypropylen	Gummi	Acrylharze	Epoxidharze	Ungesättigte Polyester	Sonstige
Vinylsilane														
Dynasylan® VTMO	Vinylsilan	●	●	●	●	●								
Dynasylan® VTEO	Vinylsilan		●	●	●	●								
Dynasylan® VTMOEO	Vinylsilan			●	●	●	●	●	●					
Dynasylan® 6490	High-performance Multifunctional Silane System™ für unpolare Compounds			●	●	●	●	●	●					
Dynasylan® 6498	High-performance Multifunctional Silane System™ für unpolare Compounds			●	●	●	●	●	●					
Dynasylan® 6598	High-performance Multifunctional Silane System™ für unpolare Compounds			●	●	●	●	●	●					
Alkylsilane														
Dynasylan® 9896	Hydrophobierungsmittel			●										●
Dynasylan® OCTEO	Hydrophobierungsmittel			●										●
Dynasylan® IBTEO	Hydrophobierungsmittel			●										●
Phenylsilane														
Dynasylan® 9165	High-performance Silan für hochtemperaturbeständige Kunststoffe			●										●
Dynasylan® 9265	High-performance Silan für hochtemperaturbeständige Kunststoffe			●										●
Fluorsilane														
Dynasylan® F 8261	Hochleistungssilan für fluorierte Kunststoffe			●				●	●					●
Andere funktionelle Silane														
Dynasylan® MEMO	Haftvermittler für ungesättigte Compounds									●	●	●	●	●
Dynasylan® GLYMO	Haftvermittler für polare Compounds									●	●	●	●	●
Dynasylan® 4144	Hochleistungssilan für hydrophile Anwendungsbedingungen									●	●		●	●

EVONIK RESOURCE EFFICIENCY GMBH

Business Line Silanes
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
Germany

dynasytan@evonik.com

[https://www.dynasytan.com/product/
dynasytan/de/kontakt/](https://www.dynasytan.com/product/dynasytan/de/kontakt/)



Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Unsere Informationen beschreiben weder die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen noch stellen sie Garantien dar. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

Dynasytan® und SIVO® sind geschützte Marken der Evonik Industries AG oder ihrer Tochterunternehmen.

RE-216-DEC18TMC