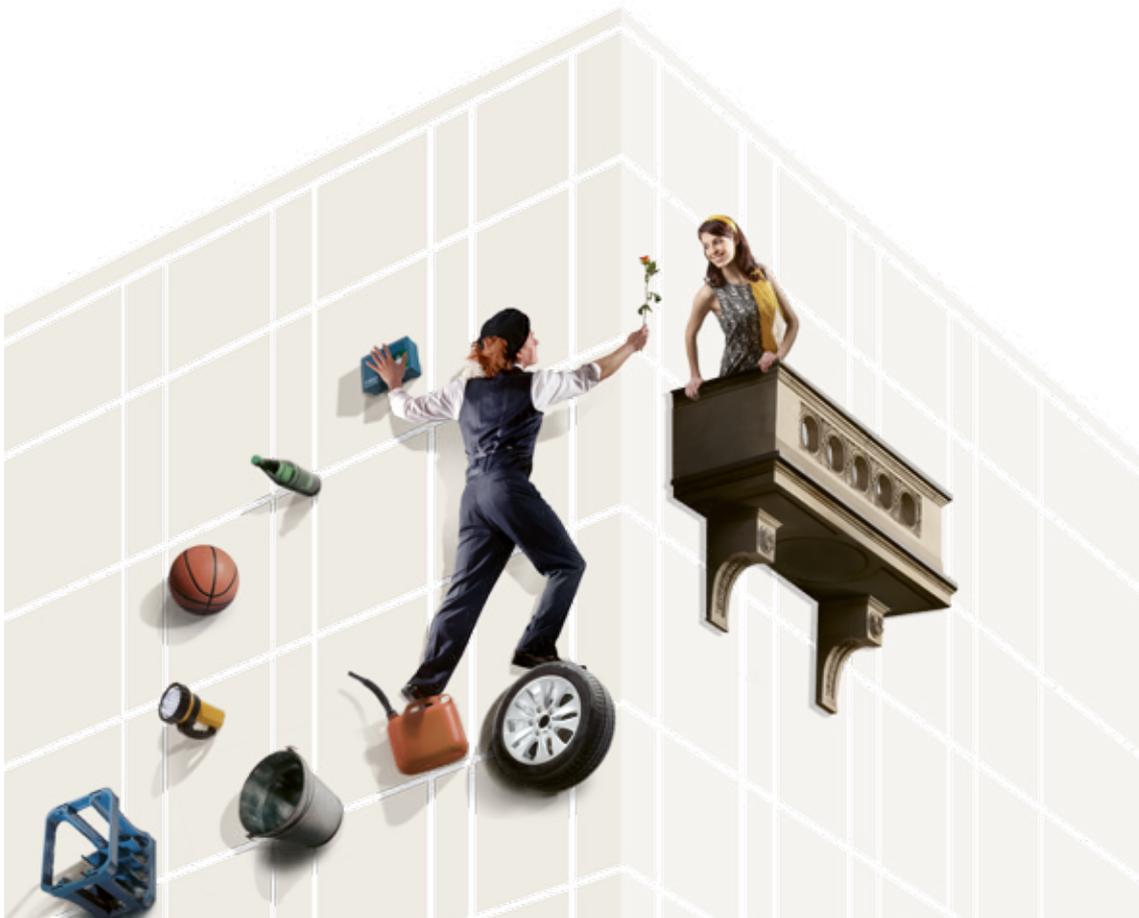


Adhesives

Das Klebstoffmagazin von Evonik Industries

Ausgabe 01 | 17



AEROSIL® & Dynasylan®: Ein konkurrenzloses Duo | Seite 4

Lebensmittelzulassung: **TEGO® Antifoam 4-88** und **TEGOPREN® 5890** | Seite 18

VESTOPLAST®: Verbesserte Heißschmelzklebstoffe durch Innovation | Seite 22

INHALT

- 4** **AEROSIL® & Dynasylan®:**
Ein konkurrenzloses Duo in transparenten Hybrid-Dichtstoffen
- 8** **POLYVEST® HT:**
Für wasserdichte Polyurethan-Beschichtungen
- 11** **NANOPOX®:**
Smarte Elektronikklebstoffe für die Mikroelektronik
- 14** **SHELL GTL SARAWAX SX 80:**
Das gewisse Etwas für Heißschmelzklebstoffe in Lebensmittelverpackungen
- 15** **TEGOPAC®:**
Voll im Trend – Methanolfreie und niedrigviskose Hybrid-Kleb- und Dichtstoff-Formulierungen
- 18** **TEGOPREN®:**
Ein Paket – Entschäumer und Netzmittel mit Lebensmittelzulassung
- 20** **ALBIDUR® und ALBIPOX®:**
Für Strukturklebstoffe unverzichtbar!
- 22** **VESTOPLAST®:**
Verbesserte Heißschmelzklebstoffe durch Innovation
- 30** **DEGALAN®:**
Evonik erweitert Portfolio an Bindemitteln für Heißsiegelanwendungen
- 32** **DEGALAN® 42ER-SERIE:**
Eine neue Generation Heißsiegelbindemittel für PVC-freie Verpackungen
- 34** **DYNACOLL®:**
DYNACOLL®-Polyester unterstützen die Ressourceneffizienz von Fahrzeugen
- 37** **VESTOPLAST®:**
Polymere für Schmelzklebstoffe im Vergleich

Impressum

Grafik/Layout: helfferich | gestaltung, Berlin

Druck: Knipp – Medien und Kommunikation GmbH, Dortmund

Fragen zum Journal

Isabel Ramor +49 2365 49-4843

adhesives@evonik.com

www.evonik.com/adhesives-sealants

Fotografie: © Evonik Industries AG



Liebe Leserinnen und Leser,

Wir zeigen „Kraft für Neues“ für die Kleb- und Dichtstoffindustrie. Unterschiedliche Materialien und Substrate dauerhaft miteinander zu verbinden, stellt Anwender und Klebstoffhersteller immer wieder vor neue Herausforderungen. Nachhaltigkeit und das effiziente Nutzen von Ressourcen stehen auch dabei im Fokus der Forschungen. Neuste Elektronik verlangt nach Nanotechnologie, die es ermöglicht feinste Bauteile zu verarbeiten. Wasserabweisende Dichtstoffe und transparente Hybridsysteme für die Bauindustrie gewinnen an Bedeutung. Und auch in der Automobilindustrie erhält die Fügetechnik mittels Klebstoff weiteren Einzug.

Um diese Trends zu begleiten, setzen wir auf eine enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden. Als zuverlässiger Partner ist es unser Bestreben, Marktströmungen frühzeitig zu erkennen, zu verstehen und gemeinsam innovative Lösungen zu entwickeln. Einige Ergebnisse dieser Forschung und Kooperation möchten wir Ihnen mit der neuen Ausgabe des Evonik Adhesives Magazins vorstellen. Erfahren Sie mehr über unsere neusten Entwicklungen, zum Beispiel für transparente Hybrid-Dichtstoffe, Polyester für zweikomponentige PU-Schmelzklebstoffe für den Karosseriebau oder neue Klebstoffe für die Mikroelektronik.

Freuen Sie sich auf diese und weitere Neuigkeiten für Ihre Kleb- und Dichtstoffanwendungen.

Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen
Claus Rettig

Vorsitzender der Segmentleitung
Evonik Operations GmbH

AEROSIL® & Dynasytan®:

Ein konkurrenzloses Duo in transparenten Hybrid-Dichtstoffen

Als wichtiger Hersteller für pyrogene Kieselsäuren und organofunktionelle Silane (AEROSIL® und Dynasytan®) ist Evonik ständig bestrebt, innovative Produktlösungen für die steigenden Markt- und Kundenanforderungen in der Kleb- und Dichtstoffindustrie anzubieten.



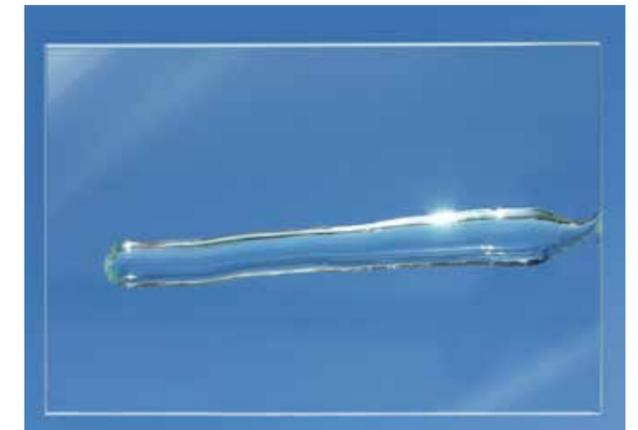
Wellness Oase. In modernen Bädern sind hochtransparente Dichtstoffe sehr gefragt.

Kleb- und Dichtstoffe auf Basis silanmodifizierter Polymere (auch SMP oder Hybrid genannt) sind aufgrund ihrer vielseitigen und ausgewogenen Eigenschaften für eine Vielzahl von Anwendungen eine stark wachsende Produktklasse, und basieren hauptsächlich auf STPU- oder STPE-Polymeren. Neben den kreidegefüllten Systemen werden zunehmend auch transparente Produkte immer wichtiger. In diesen transparenten Kleb- und Dichtstoffen sind spezielle hydrophobe AEROSIL®-

Produkte im Hinblick auf Transparenz, Verstärkung und Rheologie von essentieller Bedeutung, während organofunktionelle Silane als Hochleistungsadditive Merkmale wie Haftung, Mechanik, Wasserbeständigkeit sowie Lagerstabilität verbessern. In diesem Artikel werden die positiven Effekte besonders geeigneter hydrophober AEROSIL®-Produkte und spezieller Dynasytan®-Produkte in transparenten Hybrid-Dichtstoffen beschrieben.

Wenn es um die Transparenz von Kleb- und Dichtstoffen geht, ist AEROSIL® unverzichtbar.

Aufgrund seiner Teilchenfeinheit eignet sich AEROSIL® besser als andere Füllstoffe zur Herstellung von transparenten Kleb- und Dichtstoffen. Besonders AEROSIL®-Produkte mit hohen spezifischen Oberflächen wie AEROSIL® R 812 S, AEROSIL® R 805, AEROSIL® R 106, AEROSIL® R 974 oder AEROSIL® R 8200 werden zur Formulierung von transparenten Produkten mit guten mechanischen Eigenschaften und guter Verarbeitbarkeit empfohlen.



Hochtransparenter Dichtstoff auf Basis eines MS®-Polymers mit 10 Gew.-% AEROSIL® R 812 S im Sonnenlicht, appliziert auf einer Glasplatte.

STPU-Dichtstoffe



Transparente STPU-Dichtstoffe, die mit jeweils 10 Gew.-% AEROSIL® R 974 oder AEROSIL® R 106 bzw. 20 Gew.-% AEROSIL® R 8200 gefüllt waren, im Vergleich zur Nullprobe ohne AEROSIL® (vgl. Rezeptur 1).

Zur Unterscheidung der Kieselsäuren und des Füllgrades wurden die Dichtstoffe mit einer Dicke von 2 mm auf Glasplatten appliziert, und die Schrift unter die Glasplatte gelegt. Die vergleichsweise hohen Konzentrationen an pyrogenen Kieselsäuren (10 Gew.-% AEROSIL® R 974 / AEROSIL® R 106 bzw. 20 Gew.-% AEROSIL® R 8200) hatten nur einen minimalen Einfluss auf die Transparenz der Dichtstoffe im Vergleich zur Nullprobe. Daneben erhöhten AEROSIL®-Produkte in feuchtigkeitshärtenden SMP-Dichtstoffen aber auch signifikant die Zugfestigkeit, bei gleichzeitig guten Bruchdehnungswerten (vgl. Tabelle 2). Die rheologische Wirkung von AEROSIL® R 106 war grösser als diejenige von AEROSIL® R 974.

Ausgezeichnete Eigenschaften von hydrophoben AEROSIL®-Produkten in transparenten STPU- und STPE-Dichtstoffen

Produkt	Eigenschaften	Effekte
R 805	hohe Hydrophobie	gute Verstärkerwirkung, gute Transparenz
R 812 S	hohe Hydrophobie und hohe Oberfläche	sehr gute Verstärkerwirkung, sehr gute Transparenz
R 106	mittlere Hydrophobie und hohe Oberfläche	gute Verstärkerwirkung, sehr gute Transparenz (v.a. in STPU-Rezepturen)
R 974	mittlere Hydrophobie	gute Verstärkerwirkung, gute Transparenz
R 8200	sehr hohe Hydrophobie, strukturmodifiziert -> geringe Verdickungswirkung	höhere Füllgrade möglich -> für hochfeste und transparente Formulierungen

Tabelle 1

Kieselsäuren in STPU-Rezeptur

	Viskosität Pa s (0,1 s ⁻¹)	Zugfestigkeit N/mm ²	Bruchdehnung %
Ohne AEROSIL®	9	0,2	60
AEROSIL® R 8200	7600	2,2	380
AEROSIL® R 974	2100	1,8	360
AEROSIL® R 106	3400	1,7	317

Tabelle 2

STPE-Dichtstoffe

In einer zweiten Rezeptur auf Basis MS®-Polymer S 303 (STPE) wurden folgende pyrogene Kieselsäuren als Thixotropiermittel und Verstärkerfüllstoff ausgeprüft: AEROSIL® R 106, AEROSIL® R 812 S, AEROSIL® R 805 (jeweils 10 Gew.-%) sowie AEROSIL® R 8200 (20 Gew.-%). Mit allen vier Kieselsäuren ließen sich transparente Dichtstoffe mit guten mechanischen Eigenschaften herstellen. Für besonders hochfeste und transparente MS®-Polymer-Dichtstoffe sind AEROSIL® R 812 S und insbesondere AEROSIL® R 8200 zu empfehlen, da mit der strukturmodifizierten Type R 8200 höhere Füllgrade bis ca. 20 Gew.-% bei noch guter Verarbeitbarkeit möglich waren.

Hybridprodukte mit AEROSIL® R 812 S wiesen höhere Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen auf als diejenigen mit AEROSIL® R 106 und AEROSIL® R 805 bei gleicher Konzentration (siehe Tabelle 3). Die höchsten Werte wurden am Dichtstoff mit AEROSIL® R 8200 (Füllgrad von 20 Gew.-%) gemessen; dabei lag die Viskosität der hergestellten Dichtmasse allerdings nur ca. 20 % höher als mit AEROSIL® R 812 S, und zeigte trotz des hohen Füllgrades eine gute Verarbeitbarkeit. Trotz der hohen Konzentration an Kieselsäure kann man somit mittelmodulige Hybrid-Dichtstoffe formulieren.

Positive Effekte von Dynasytan® 1146 und Dynasytan® SIVO 203 in transparenten STPE-Dichtstoffen

Organofunktionelle Silane spielen in feuchtigkeitsvernetzenden Hybrid-Dichtstoffen auf Basis SMP unterschiedliche, aber immer elementare Rollen - ohne sie kann kein brauchbares Produkt formuliert werden! Vinylfunktionelles Dynasytan® VTMO fungiert traditionell als Trocknungsmittel für wassertragende Rohstoffe, während Dynasytan® AMMO häufig als Standard-Haftvermittler (und Co-Vernetzer) eingesetzt wird. Werden die Ansprüche an Untergründe und Nebenbedingungen aber signifikant grösser, sollte auch der Austausch des Haftvermittlers in Erwägung gezogen werden. Das oligomere, aminofunktionelle Dynasytan® 1146 zeigt als Haftvermittler Vorteile, insbesondere bei kritischen Substraten, wie z.B. unpolaren Kunststoffen, und bewirkt – aufgrund seiner chemischen Struktur – gleichzeitig flexiblere Dichtstoffe. Weitere Vorteile von Dynasytan® 1146 für den Anwender sind:

Anmerkung: Rezepturen mit Dynasytan® AMMO können nach Licht- oder auch nach Dunkellagerung ab und zu einen leichten Gelbstich im feuchten oder im ausgehärteten, transparenten Hybrid-Dichtstoff aufweisen.

Dynasytan® SIVO 203, ein speziell konzipiertes, sogenanntes Multifunktionelles Silansystem, verursachte in unseren Laborversuchen überhaupt keine Gelbverfärbung der transparenten STPE-Dichtstoffe – sowohl nach 10 Monaten Licht – als auch Dunkellagerung mit und ohne Stabilisator. Darüber hinaus zeigten die mit Dynasytan® SIVO 203 formulierten STPE-Dichtstoffe auch höhere Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen im Vergleich zu den mit Dynasytan® AMMO formulierten Dichtstoffen.

Kontakt: Dr. Thomas Schlosser
thomas.schlosser@evonik.com

- kennzeichnungsfreies Formulieren ohne Mengenbeschränkung ist leicht möglich
- der VOC-Gehalt ist (im Vergleich zu monomeren Silanen) deutlich geringer
- inhärente Hydrophobie der damit formulierten Hybridprodukte
- Farbstabilität der ausgehärteten Formulierungen, selbst nach Lichtlagerung, im Vergleich zu Dynasytan® AMMO

Dynasytan® SIVO 203 eignet sich somit exzellent für transparente Formulierungen, die sowohl nach Licht- als auch nach Dunkellagerung keine Gelbverfärbung aufweisen dürfen, und die darüberhinaus auch noch flexibler sind.

Kieselsäuren in STPE-Rezeptur

AEROSIL®	Viskosität Pas (0,1 s ⁻¹)	Zugfestigkeit N/mm ²	Bruchdehnung %	Modul 100 N/mm ²
R 8200	11000	2,1	410	0,61
R 812 S	9000	1,7	401	0,56
R 106	9100	1,5	270	0,69
R 805	7600	1,3	248	0,67

Tabelle 3

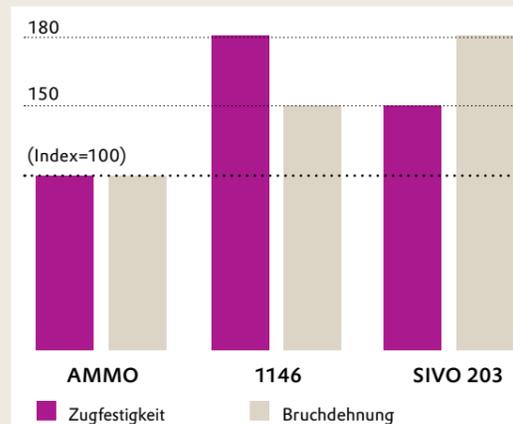
Ausgezeichnete Eigenschaften von Dynasytan®

Dynasytan®-Produkte in transparenten STPE-/STPU-Dichtstoffen

Produkt	Eigenschaften	Effekte
VTMO	vinylfunktionell	Trocknungsmittel -> zur Verbesserung der Lagerstabilität
AMMO	aminofunktionell	Haftvermittler und Co-Vernetzer/-Katalysator
1146	aminofunktionelles Silan-Oligomer, kennzeichnungsfrei	Haftvermittler, besonders für kritische und auch transparente Substrate
SIVO 203	neues, multi-aminofunktionelles Silansystem	Sehr vergilbungsarmer Haftvermittler, speziell für transparente Dichtstoffe

Tabelle 4

Mechanische Eigenschaften eines ausgehärteten, transparenten MS-Polymer Dichtstoffes



Prüfrezepturen

	Rezeptur 1	Rezeptur 2
Polymer ST 48 (STPU)	56,7	
MS Polymer S 303 (STPE)		63,2
Diisononylphthalat	29,0	22,5
Hydrophobes AEROSIL®	10,0 R 974 bzw. R 106 20,0 (R 8200)	10,0 R 812 S, R 106, R 805 20,0 (R 8200)
Dynasytan® VTMO	3,0	1,5
Dynasytan® Haftvermittler	1,0 1146	2,0 AMMO bzw. 1146 bzw. SIVO 203
Katalysator TD 18	0,3	0,8

Tabelle 5



POLYVEST® HT: Für wasserdichte Polyurethan-Beschichtungen

Mit POLYVEST® HT stellt Evonik ein flüssiges hydroxyl-terminiertes Polybutadien (HTPB) bereit, das in zahlreichen Anwendungen für Dicht- und Klebmassen eingesetzt wird.



Einzigartige Eigenschaften von POLYVEST® HT:

- Niedrige Glasübergangstemperatur (-80°C)
- Hohe Hydrophobizität und geringe Wasseraufnahme
- Gute Verträglichkeit mit Bitumen und Mineralölen
- Kombination mit hohen Anteilen an anorganischen Füllstoffen möglich

Aufgrund des unpolaren und hydrophoben Polymer-Rückgrats und der niedrigen Glasübergangstemperatur (-80°C) eignet sich POLYVEST® HT hervorragend als Polyol-Komponente in Polyurethanen (PUR) für das Abdichten und Imprägnieren im Bausektor. Es wird in Vergussmassen, Rissfüllern, Isolierglasdichtstoffen, Dehnungsfugen, Tank- und selbstnivellierenden Abdichtungsbeschichtungen eingesetzt - um nur einige der möglichen Anwendungen zu nennen. PUR-Dichtmassen auf POLYVEST® HT-Basis bieten eine hervorragende Hydrolysebeständigkeit, äußerst geringe Wasseraufnahmen und eine geringe Wasserdampfdurchlässigkeit (WVTR) in Kombination mit einer guten Tieftemperaturflexibilität. Diesbezüglich übertreffen sie die Eigenschaften von herkömmlichen PUR-Materialien auf der Basis von konventionellen Polyetherpolyolen. Die Wasseraufnahme einer PUR-Dichtmasse auf POLYVEST® HT-Basis beträgt sogar bei Lagerung in siedendem Wasser weniger als 0,5 Gew.-% nach 24 h, wobei die Dichtmasse ebenfalls ihre hohe mechanische Flexibilität beibehält. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Wasserdampfdurchlässigkeit von PUR-Folien auf POLYVEST® HT-Basis im Vergleich zu herkömmlichen Polyetherpolyolen. Durch den Einsatz von POLYVEST® HT als

Haupt-Bindemittel, auch in Kombination mit Co-Bindemitteln (z.B. Kettenverlängerer und niedermolekulare Polyole), wird die Dampfdurchlässigkeit im Vergleich zu konventionellen PURs erheblich herabgesetzt.

Bitumenmodifizierte Polyurethane

Flüssige Polybutadiene bieten eine gute Verträglichkeit mit Mineralölen und Bitumen und können außerdem mit großen Mengen anorganischer Füllstoffe formuliert werden. Dies ermöglicht die Herstellung von Zweikomponenten-PURs, die mit Bitumen und Asphalt kombiniert werden, um wasserbeständige Dichtmassen und Beschichtungen herzustellen.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen SBS-modifizierten Einkomponenten-Bitumensystemen, die aufgrund Ihrer hohen Viskosität vor dem Applizieren stark erwärmt werden müssen, können bitumenhaltige PURs in flüssiger Form bei Raumtemperatur verarbeitet werden. Die Anwendungsviskosität und die mechanischen Eigenschaften der ausgehärteten Dichtmassen lassen sich durch Ändern der Zusammensetzung (Menge und Art des Bitumens, des Mineralöls, von POLYVEST® HT, des anorganischen Füllstoffs und des Isocyanat-Härters) in einem weiten Bereich variieren. Abbildung 2 zeigt eine beispielhafte Formulierung und die entsprechenden Eigenschaften eines bitumen-modifizierten Zweikomponenten-PURs mit hoher Reißdehnung von mehr als 1.000%. Die ausgehärteten Dichtmassen zeigen außerdem die Eigenschaften eines Elastomers mit hoher elastischer Rückstellung und guter Flexibilität auch bei Temperaturen unter -30°C.

Bitumen-modifiziertes PUR für Abdichtungs-Anwendungen

Zusammensetzung	
Komponente A	
Bitumen (160/220)	28
Mineralöl	10
POLYVEST® HT	29
Calciumcarbonat	32
Komponente B	
Modifiziertes MDI	100
OH/NCO-Verhältnis (mol/mol)	1:1,2
Eigenschaften	
Viskosität Komponente A	19,0 Pa s (20°C)
Shore A nach 4d Aushärtung bei Raumtemp.	33
Zugfestigkeit	1,4 MPa
Reißdehnung	1.010 %

Abbildung 2

Wasserdampfdurchlässigkeit von Zweikomponenten-PURs ohne Füllstoffe

Zweikomponenten-PUR	I	II	III
Komponente A	POLYVEST® HT	POLYVEST® HT / Co-Bindemittel	Polyetherpolyol (auf Basis von Polypropylen-Glycol)
Komponente B	Modifiziertes MDI		
OH/NCO-Verhältnis (mol/mol)	1:1,15		

Material	WVTR/ (g/m²/d) Filmstärke: 1 mm
POLYVEST® HT	4
POLYVEST® HT / Co-Bindemittel	5
Polyetherpolyol	> 40

Abbildung 1

POLYVEST® HT

Durch Einsatz nicht-reaktiver Weichmacher und aliphatischer Diisocyanate mit unterschiedlichen Reaktivitäten der beiden Isocyanatfunktionalitäten (z.B. IPDI) lässt sich die Viskosität der resultierenden Präpolymere noch weiter verringern. Abbildung 3 zeigt die Korrelation des NCO-Gehalts und der Viskosität von MDI-modifizierten Präpolymere auf POLYVEST® HT-Basis. Diese Isocyanat-modifizierten Präpolymere bieten eine gute Verträglichkeit mit polaren Polyolen (z.B. Polyether und Polyester) und erleichtern die kombinierte Anwendung von Polyolen in Zweikomponenten-PURs. Die Kombination von POLYVEST® HT als Polyolkomponente mit Isocyanat-modifizierten Präpolymeren als Härterkomponente ermöglicht die Herstellung von zweikomponentigen PUR-Dichtmassen mit einem hohen Polybutadien-Anteil und geringer Wasseraufnahme. Abbildung 4 zeigt, dass die Wasseraufnahme eines einfachen Zweikomponenten-PUR auf der Basis von Polybutadienkomponenten wesentlich geringer ausfällt als bei einer Dichtmasse auf Polyetherpolyol-Basis (0,2 gegenüber 3,7 Gew.-% nach Wasserlagerung für 7 Tage bei 80°C).

Kontakt: Dr. Niko Haberkorn
niko.haberkorn@evonik.com

Präpolymere auf POLYVEST® HT-Basis können – auch in Kombination mit Bitumen – in hydrophoben und flexiblen Einkomponenten-PUR-Formulierungen eingesetzt werden.

Richtformulierungen von Ein- und Zweikomponenten-PURs sind auf Anfrage erhältlich.

Zweikomponenten PUR-Dichtmassen

Zusammensetzung	I	II	III
Komponente A			
POLYVEST® HT	99,99		
Polyetherpolyol		99,99	99,95
Katalysator (DBTL)	0,01	0,01	0,05
Komponente B			
POLYVEST® HT Präpolymer (NCO = 7,1 Gew.-%)	100	100	
Polyetherpolyol-Präpolymer (NCO = 6,5 Gew.-%)			100
Mischungsverhältnis A:B (m/m)	2:1	2,5:1	1,5:1
Eigenschaften A:B			
Shore A	42	12	22
Zugfestigkeit	0,9 MPa	0,4 MPa	0,5 MPa
Reißdehnung	160%	340%	350%

I) POLYVEST® HT + Präpolymer auf POLYVEST® HT-Basis
II) Polyetherpolyol + Präpolymer auf POLYVEST® HT-Basis
III) Polyetherpolyol + Präpolymer auf Polyetherpolyol-Basis

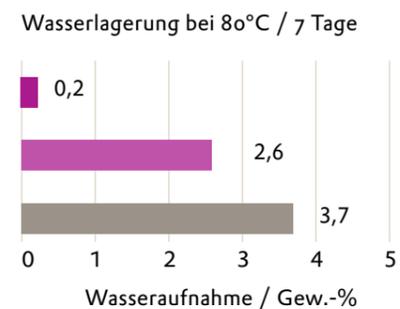


Abbildung 4

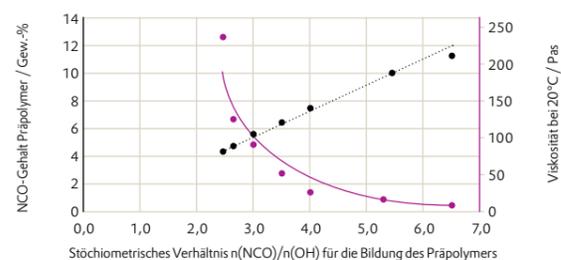


Abbildung 3: MDI-modifiziertes Präpolymer auf Basis von POLYVEST® HT: Korrelation zwischen Viskosität und NCO-Gehalt (Umsetzung von POLYVEST® HT mit 4,4'-MDI)

NANOPOX®:

Smarte Elektronikklebstoffe für die Mikroelektronik – ermöglicht durch niedrigviskose Nanokomposite

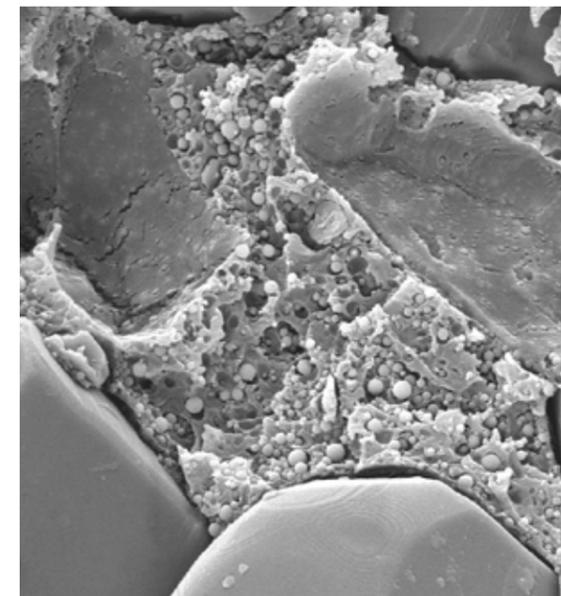


Abbildung 1: TEM-Aufnahme einer gehärteten Probe mit Mikrofüllstoff und Nanopartikeln. Diese füllen die Zwischenräume der Mikropartikel und ermöglichen so extreme Füllstoffgehalte.

Die moderne Elektronik nahm mit der Erfindung des Transistors ihren Anfang. Während noch in den 1970er Jahren Computer ganze Räume füllten, tragen wir heute erheblich größere Rechnerleistung als Smart-Watch am Handgelenk. Durch Miniaturisierung und Erhöhung der Leistungsdichte, die fundamentalsten Trends in der Elektronik Industrie, werden auch an Klebstoffe und Vergussmassen immer höhere Anforderungen z.B. erhöhte Wärmeleitfähigkeit, minimale Wärmeausdehnung (CTE), Härtungsschrumpf sowie andere mechanische Eigenschaften, gestellt. Beispielsweise unterscheiden sich der CTE von Silizium, einer Standard-Leiterplatte und cycloaliphatischem Epoxidharz ganz erheblich, etwa um den Faktor 50. Diese großen Unterschiede können in der Baugruppe zum Abscheren von Bond-Drähten, Delamination oder zu Spannungsrissen führen. Im Allgemeinen wird versucht den CTE des Harzes möglichst dicht an die Werte der angrenzenden Bauteile anzunähern. Dies geschieht üblicherweise durch Zugabe von großen Mengen anorganischer Füllstoffe. Evonik Nutrition & Care hat unter dem Markennamen NANOPOX® E Konzentrate aus Silica Nanopartikeln in Epoxidharzen speziell für den Einsatz in der Elektronikindustrie entwickelt, die es erlauben maximale Füllstoffgehalte und somit maximale Performance bei minimaler Viskosität zu realisieren.

Silizium- und Aluminiumdioxidpartikel aus NANOPOX® E und NANOPOX® T bieten Eigenschaften um die heutigen Grenzen bei der Klebstoffformulierung zu verschieben und für die Anforderungen von morgen gewappnet zu sein.

Gleichzeitig höchste Füllstoffgehalte realisieren, die Viskosität im Griff behalten und die Wärmeleitfähigkeit maximieren hat einen Namen: NANOPOX®.

Minimale Viskosität bei höchsten Füllgraden

Die Nanosilica-Epoxy Konzentrate (NANOPOX® E) enthalten sphärische, oberflächenmodifizierte Nanopartikel, die im Vergleich zu konventionellen Füllstoffen einen erheblich geringeren Viskositätsanstieg hervorrufen. So sind die nanoskaligen Partikel in der Lage die Räume zwischen den Mikropartikeln zu füllen oder in engste Kavitäten einzudringen, wie z.B. in Zündspulen oder in die Glasfaserbündel von Faserkompositen und dort den Härtingsschrumpf, die Wärmeausdehnung und andere mechanische Eigenschaften positiv zu beeinflussen.

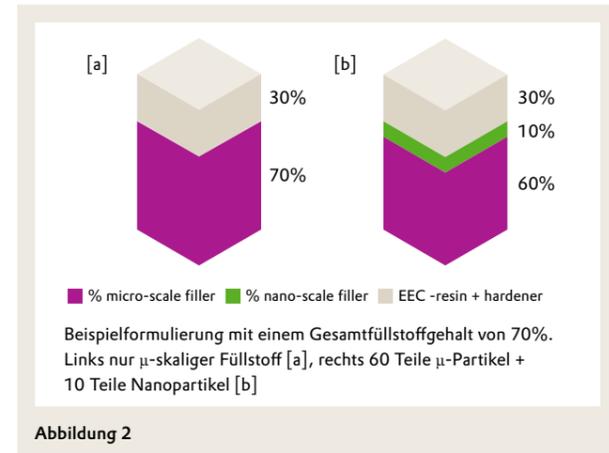


Abbildung 2 zeigt Mischungen aus cycloaliphatischem Epoxidharz (EEC) und Anhydrid als Härter, gefüllt mit Quarzmehl [a]. Bei der rechts dargestellten Rezeptur [b] wurde überdies ein Teil des mikroskaligen Füllstoffes durch NANOPOX® E601 (40% Nanosilica in EEC) ersetzt, so dass der Gesamtfüllstoffgehalt in beiden Fällen 70 wt.% beträgt.

Wie in Tabelle 1 ersichtlich, kann durch NANOPOX® bei gleichbleibendem Füllstoffgehalt, die Viskosität um bis zu 70% gesenkt werden! Ebenso ist es möglich durch den Einsatz von NANOPOX® den Gesamtfüllstoffgehalt deutlich zu steigern, ohne die Viskosität negativ zu beeinflussen. Die Nanopartikel wirken dann wie eine Art Gleitlager für die Mikropartikel (S. 11, Abb. 1).

Eigenschaften der Beispielformulierung

	Viskosität [mPas]	CTE [ppm]	Tg [°C]	E-Modul [MPa]
[a] 70% Mikropartikel	20400	32	190	6670
[b] 60% Mikropartikel 10% Nanopartikel	5700	33	190	5704

Tabelle 1

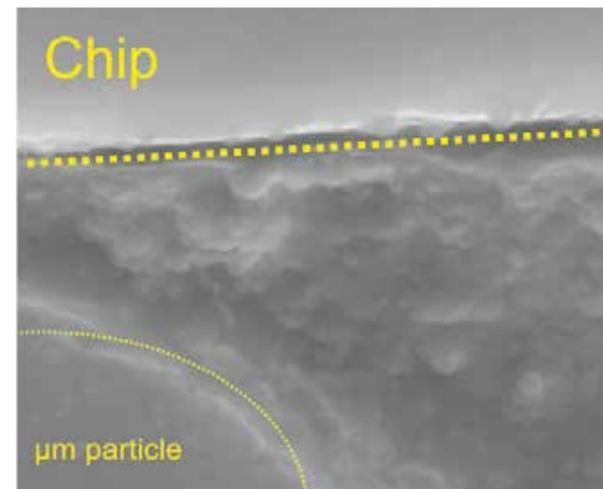


Abbildung 3: SEM Aufnahme eines Querschnitts durch einen Mikrochip-Aufbau. Die verwendete Verklebung besteht aus 60 Gew.-% mikro- und 10 Gew.-% nano-skaligen Partikeln. Es findet keine Sedimentation statt.

Sedimentation verhindern

Mikroskalige Partikel neigen, wie in Stokes Gesetz beschrieben, zum Absetzen. Dies gilt vor allem für hochgefüllte Systeme in niedrig viskosen Basisharzen wie cycloaliphatischem Epoxidharz. Sedimentation kann während der Lagerung, aber während der Applikation des Klebstoffes bzw. zu Beginn des Härtingprozesses auftreten. Probe [a], welche nur Mikropartikel enthält, zeigt nach der Härting deutliche Sedimentation. Im Gegensatz zu herkömmlichen Mikropartikeln und anderen nanoskaligen Füllstoffen sedimentieren NANOPOX® Nanopartikel nicht, da sie aufgrund von repulsiven Wechselwirkungen untereinander nicht agglomerieren. Sie sind sogar in der Lage die Sedimentation von Mikropartikeln in Mischungen zu unterbinden (Probe b).

Ein vertikaler Konzentrations-Gradient der Füllstoffpartikel zwischen Chip und Substrat (Abb. 4), hervorgerufen durch Sedimentation, würde verschiedene negative Effekte haben:

- thermischer Stress (ruft innere Spannungen bis hin zu Rissen hervor)
- erhöhte Wärmeausdehnung (CTE) im Bereich niedriger Füllstoffkonzentrationen
- verringerte Wärmeleitfähigkeit

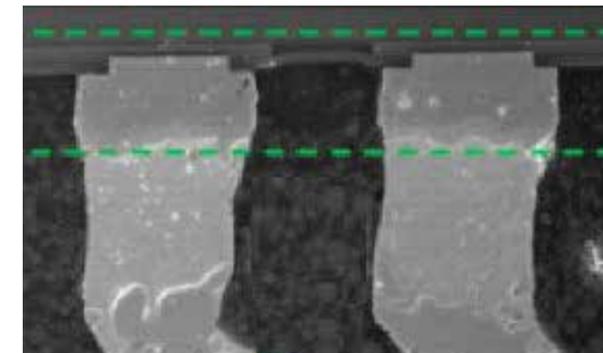


Abbildung 4: TEM eines Querschnitts einer IC-Baugruppe. (hellgrau= Solderbonds, schwarz=Harz, graue Punkte= Mikrofüllstoff) Der Füllstoff enthält nur Mikropartikel. Im oberen Bereich, wo Wärmeleitfähigkeit am wichtigsten ist, fehlt Füllstoff aufgrund des Sedimentierens.

Verbesserte Wärmeleitfähigkeit

NANOPOX® kann die Gesamtwärmeleitfähigkeit nicht nur durch das Auffüllen des Zwischenkornvolumens verbessern, es erleichtert auch den Wärmeübergang an der Grenzfläche vom Chip zum Harz. Nanopartikel können, verglichen mit Mikropartikeln, sehr dicht an die Oberfläche des Bauteiles heranrücken (Abb. 3) und so den Wärmeübergang in der Baugruppe deutlich verbessern.

Die Wärmeleitfähigkeit von reinem Epoxidharz liegt bei ~0,35 W/mK. Die Bulk-Leitfähigkeit von Silica, wie es in NANOPOX® E enthalten ist, liegt bei ~ 1 W/mK. Für eine noch höhere Wärmeleitfähigkeit hat Evonik Nutrition & Care GmbH jüngst ein Nanokomposit auf Basis von nanoskaligem Aluminiumoxid unter dem Namen NANOPOX® T entwickelt. Aluminiumoxid hat eine Bulk-Leitfähigkeit von ~30 W/mK. Somit sorgt NANOPOX® T für eine nochmals signifikant gesteigerte Wärmeleitfähigkeit eines derart ausgestatteten Klebstoffes und ermöglicht so die Entwicklung der nächsten Klebstoffgeneration für den Einsatz in der Mikroelektronik von morgen.

Kontakt: Magnus Kloster
magnus.kloster@evonik.com

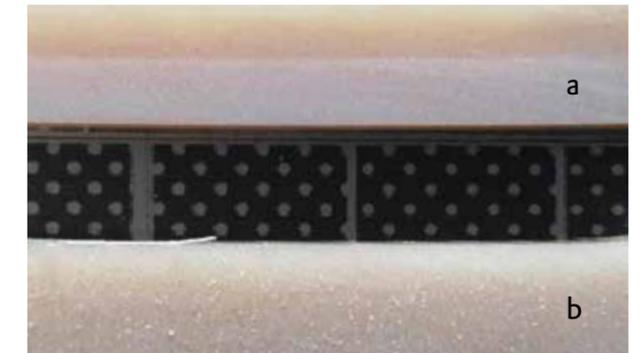


Abbildung 5: Probe nur mit Mikropartikeln [a] und Mikro- und Nanopartikeln [b]. Die Probe [a] zeigt Sedimentation während NANOPOX in Probe [b] dies verhindert.



SHELL GTL SARAWAX SX 80:

Das gewisse Etwas für Heißschmelzklebstoffe in Lebensmittelverpackungen

Im Laufe der langjährigen und vertrauensvollen Partnerschaft zwischen Shell MDS (Malaysia) und Evonik auf dem Gebiet der synthetischen Premium-GTL (Gas To Liquid)-Hartparaffine hat sich das Produktportfolio beständig erweitert. Der jüngste Neuzugang ist das Shell GTL Sarawax SX 80 mit einem einzigartigen Eigenschaftsprofil.

Das synthetische GTL-Hartparaffin bietet ein sehr geringes Molekulargewicht sowie eine äußerst enge Molekulargewichtsverteilung. Zusammen mit einem niedrigen Tropfpunkt und zusätzlich verringerter Schmelzviskosität zeigt diese Kombination eine sehr ausgeprägte Kristallinität und erlaubt somit eine besonders präzise Steuerung von industriellen Prozessen sowie eine verbesserte Genauigkeit bei der Einstellung bestimmter Produkteigenschaften. Ein besonders interessantes potenzielles Anwendungsgebiet von Shell GTL Sarawax SX 80 sind Heißschmelzklebstoffe, wo deutlich verkürzte Abbindezeiten und hervorragende Substratbenetzung für Klebstoffe mit niedrigen Erweichungspunkten möglich werden.

Ein mögliche Zielanwendung sind vor allem Heißschmelzklebstoffe für Lebensmittelverpackungen. Die kurzen Aushärtezeiten ermöglichen hohe Verpackungsgeschwindigkeiten und die niedrigen Verarbeitungstemperaturen, einen verringerten Energieverbrauch, was Kosteneinsparungen mit sich bringt. Darüber hinaus ist es konform mit der Verordnung (EU)10/2011 ohne spezifischen Migrationsgrenzwert sowie den FDA-Vorschriften (US), was dem Anwender zusätzliche Kosten für Lebensmittelzulassungen erspart.

Lösungsmittelbasierte Formentrennmittel (wie z.B. für PU-Schaum) stellen eine weitere geeignete Anwendung dar. Hier verbindet Shell GTL Sarawax SX 80 eine leichte und stabile Dispergierbarkeit mit exzellenter Trennwirkung und ermöglicht eine besonders genaue und effektive Prozesssteuerung.

Kontakt: Udo Spitzer
udo.spitzer@evonik.com

Technische Eigenschaften

	Messmethode	Wert	Spezifikation	Anmerkung
Erstarrungspunkt	ASTM D 938	84°C	81 - 86°C	
Penetrationszahl	ASTM D 1321	4 mm * 10 ⁻¹	3 - 6 mm * 10 ⁻¹	
Säurezahl	ASTM D 1386		< 1 mg KOH/g	
Reinheit	Schwefelsäure Test	OK		
Viskosität	Platte & Kegel (30,5 s ⁻¹)	12 mPa s 6 mPa s	< 10 mPa s	bei 100°C bei 120°C
Schmelzenthalpie T [3%]	DSC	237 J/g 49 °C		Temp. bei der 3% des Wachses geschmolzen ist

TEGOPAC®:

Voll im Trend – Methanolfreie und niedrigviskose Hybrid-Klebstoff- und Dichtstoff-Formulierungen

Die TEGOPAC® Produkte repräsentieren eine neue Kategorie von silanmodifizierten Polymeren, die für die Produktion von neutral härtenden Kleb- und Dichtstoffen eingesetzt werden. Die Polymere basieren auf einer einzigartigen Polymer-Technologie mit seitenständig vernetzenden, reaktiven Gruppen. Typische Anwendungsfelder dieser Produkte sind Parkett-Klebstoffe, Montageklebstoffe oder Flüssigabdichtungen. Kleb- und Dichtstoff-Formulierungen auf Basis von TEGOPAC® Polymeren zeigen exzellente Durchhärtungseigenschaften, eine verbesserte Wasser- und Temperaturbeständigkeit und ein hervorragendes elastisches Rückstellvermögen. Die im Vergleich zu silanterminierten Bindemitteln unterschiedlichen Eigenschaften sind auf die seitenständig angeordneten Vernetzungsgruppen zurückzuführen. Durch diese Anordnung entsteht beim Aushärtungsprozess ein spezieller Netzwerkaufbau, der zu veränderten Polymereigenschaften führt. Die Aushärtung erfolgt in Gegenwart von Feuchtigkeit und eines Katalysators. Im Vergleich zu silanterminierten Polymeren, setzen TEGOPAC® Polymere beim Aushärtungsprozess Ethanol anstatt Methanol frei. Dadurch ist es möglich, mit TEGOPAC® Polymeren methanolfreie Klebstoff-Formulierungen herzustellen.

Eine Verringerung von freigesetzten Methanol-Mengen ist z.B. bei Klebstoffen notwendig, die großflächig in schlecht gelüfteten Räumen angewendet werden, um die Gesundheitsgefahr zu reduzieren.

Methanolfreie Formulierungen auf Basis der TEGOPAC® Polymere zeigen gute mechanische Eigenschaften und gute Reaktivität wie das Beispiel der nachfolgenden Montageklebstoff-Formulierung zeigt. Eine typische Montageklebstoff-Formulierung besteht aus einem Bindemittel (z.B. TEGOPAC® Bond 150 oder Bond 251), Füllstoffen (z.B. Kreide), einem Weichmacher, Silanen (Wasserfänger & Haftvermittler) und einem Katalysator.

Abbildung 1 zeigt typische mechanische Eigenschaften einer methanolfreien Montageklebstoff-Formulierung basierend auf TEGOPAC® Bond 150. Die Hautbildungszeit und die Shore A Härte können für unterschiedliche Anwendungen angepasst werden, Durchhärtungseigenschaften sind hervorragend (Abb. 2). Die Reaktivität von methanolfreien Formulierungen auf Basis von TEGOPAC® Polymeren ist vergleichbar zu Systemen auf Basis von silanterminierten Systemen.

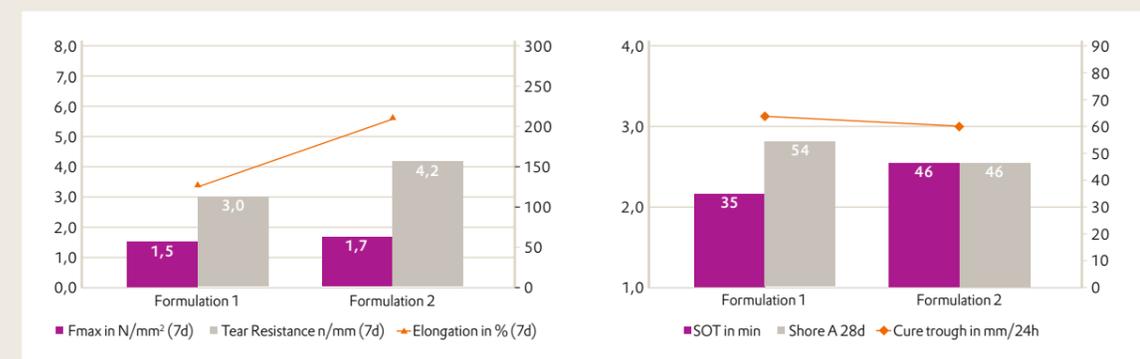


Abbildung 1: Methanolfreie Montageklebstoff-Formulierungen auf Basis von Tegopac® Bond 150; mechanische Eigenschaften

Abbildung 2: Methanolfreie Montageklebstoff-Formulierungen auf Basis von Tegopac® Bond 150; Hautbildungszeit & Shore A Härte

Die neuesten Produkte der TEGOPAC® Familie sind Reaktivverdünner. TEGOPAC® RD 1 und TEGOPAC® RD 2 sind niedrigviskose Polymere, die die Viskosität von Formulierungen verringern, wenn ein Teil des Hauptbindemittels durch den Reaktivverdünner ersetzt wird. Zusätzlich können TEGOPAC® Reaktivverdünner eingesetzt werden, um migrierende Weichmacher in Kleb- und Dichtstoff-Formulierungen zu ersetzen. TEGOPAC® Reaktivverdünner werden während des Aushärtungsprozesses in das Polymernetzwerk eingebaut und ermöglichen so die Entwicklung von migrationsfreien Formulierungen.

TEGOPAC® RD 1 wird verwendet, um die Viskosität von Formulierungen zu reduzieren und um die Durchhärtungseigenschaften zu verbessern (Abb. 3). Effekte auf die mechanischen Eigenschaften des Kleb- und Dichtstoffes sind nur gering.

TEGOPAC® RD 2 adressiert Polymerstrukturen, wo eine hohe Vernetzungsdichte erwünscht ist. Entwicklung von Formulierungen mit verbesserten Härtungseigenschaften (Abb. 3) und erhöhter Härte und Zugfestigkeit (Abb. 4) ist möglich. Mit TEGOPAC® Reaktivverdünnern lassen sich sowohl pastöse Formulierungen als auch selbstverlaufende Produkte formulieren



Es wird empfohlen, die TEGOPAC® Reaktivverdünner mit einem Co-Bindemittel zu kombinieren (z. B. mit unterschiedlichen silanmodifizierten Polymeren). TEGOPAC® Reaktivverdünner sind interessante Rohstoffe für die Entwicklung von Kleb- und Dichtstoffen im Bereich von Fußboden-Klebstoffen oder für die Entwicklung von Flüssigmembranen, die in Bauanwendungen eingesetzt werden:

- Dachabdichtungen/Abdichtungen von Balkonen
- Feuchtigkeits-/Luftbarrieren
- Abdichtungen von Fugen und Anschlüssen an Bauwerken
- Barrierschichten zur Optimierung thermischer Anforderungen

Mit den TEGOPAC® Reaktivverdünnern lassen sich fließfähige Formulierungen herstellen, die einfach über eine Bürste oder Rolle aufgetragen werden können. Das Aufbringen von flüssigen Abdichtungsmembranen erfordert gute Haftungseigenschaften zwischen verschiedenen Polymer-/Membranschichten. Oft werden Formulierungen z.B. als Reparaturmasse eingesetzt und auf bereits bestehende Membranschichten aufgebracht oder es handelt sich um eine Flüssigmembran mit einem Mehrschicht-Aufbau (erste Klebeschicht, Gewebeeinlage, zweite Klebeschicht).

Formulierungen auf Basis von TEGOPAC® Reaktivverdünnern und TEGOPAC® Polymeren (eine Auswahl mit Viskositäten zwischen 10 - 50 Pa.s befinden sich im Portfolio) zeigen sehr gute Haftungseigenschaften zwischen den unterschiedlichen Schichten und die Überbeschichtbarkeit ist sehr gut.

Cured formulation thickness 24 hours after application

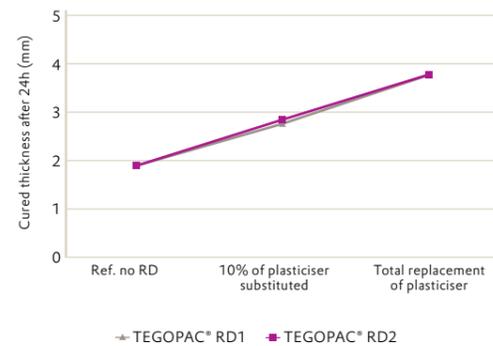


Abbildung 3: Die Zugabe von TEGOPAC® Reaktivverdünnern beschleunigt die Durchhärtungs-Eigenschaften.

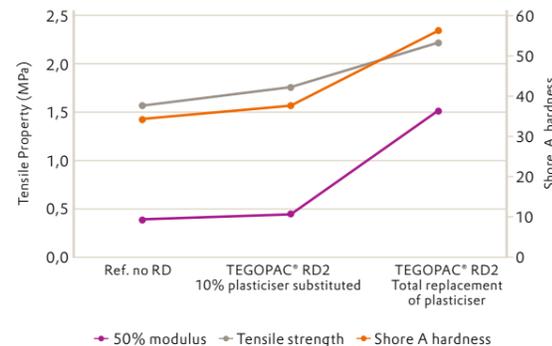
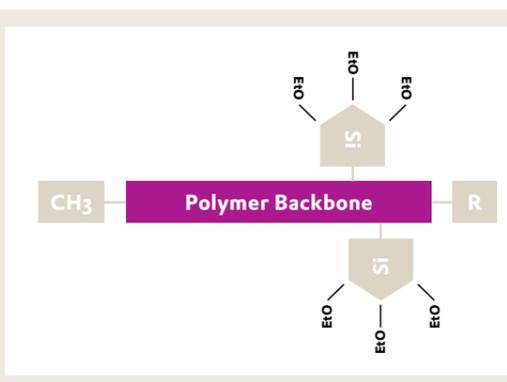


Abbildung 4: TEGOPAC® RD 2 erhöht die Vernetzungsdichte in einer Formulierung. Festigkeit und Shore A Härte nehmen zu.

Produkteigenschaften

	TEGOPAC® RD 1	TEGOPAC® RD 2
Optik	farblos, flüssig	
Viskosität	1 Pa.s	1,5 Pa.s
Dichte	1g/cm ³	
Weichmacher	no	
Lösemittel	no	

Kontakt: Dr. Sabine Giessler-Blank
sabine.giessler-blank@evonik.com



Das TEGOPAC® Portfolio mit unterschiedlichen Polymeren – die seitenständig vernetzen – und Reaktivverdünnern, bietet neue Formulierungsmöglichkeiten für SMP-basierte Kleb- und Dichtstoffe.

Aufgrund der unterschiedlichen Effekte sind TEGOPAC® Polymere eine interessante Portfolio-Erweiterung zu im Markt befindlichen silanterminierten Polymeren.

TEGOPREN®:

Ein Paket – Entschäumer
und Netzmittel mit
Lebensmittelzulassung

Nachwuchs in der Familie der Entschäumer
mit Einsatz im Lebensmittelkontakt

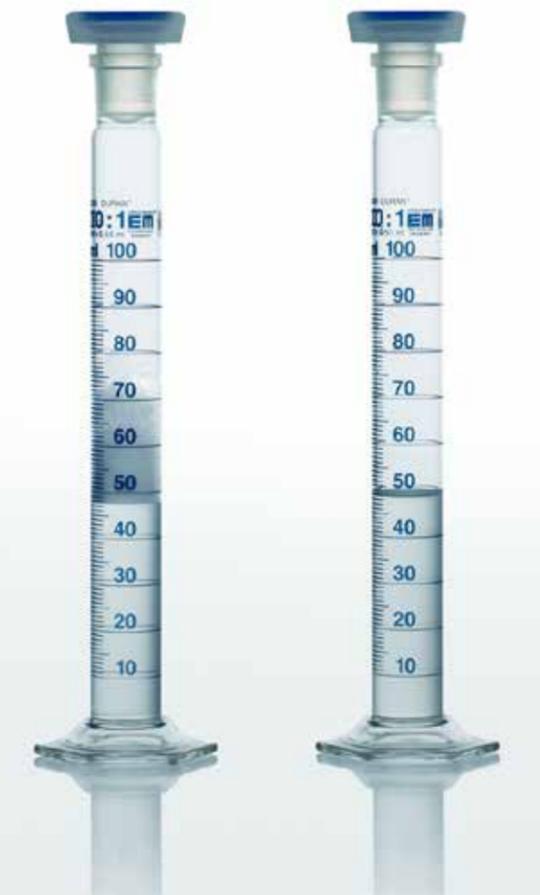


Abbildung 1: Schütteltest

Evonik Nutrition & Care stellt ein erweitertes Portfolio im Bereich der Entschäumer und Netzmittel für die Verwendung mit Lebensmittelkontakt vor. Hierdurch werden speziell Hersteller von Polymerdispersionen und Klebstoffformulierungen, die spezifische Anforderungen an die Inhaltsstoffe der Formulierung mit Lebensmittelkontakt haben unterstützt.

TEGO® Antifoam 4-88

Hersteller von Polymerdispersionen auf Basis von Acrylaten, SBR, Polyvinylacetaten oder auch Polyurethanen müssen einerseits immer leistungsfähigere Produkte entwickeln, sehen sich aber andererseits immer häufiger mit einer Vielzahl von legislativen Anforderungen konfrontiert. Dabei kann es sein, dass die Endanwendung der Dispersion bereits bei der Herstellung (im Stripprozess s. Abb. 2) mit der Auswahl der Rohstoffe auch die Verwendung eines Entschäumers erfordert, der den Lebensmittelkontakt nicht einschränkt. Viele Hersteller von Polymerdispersionen fordern unabhängig von der Endanwendung derartiger Entschäumer, um ihre Produktion ohne spezielle Reinigungszyklen optimal auslasten zu können oder um Fehler zu vermeiden und die Rohstoffanzahl reduzieren zu können. D.h. es werden leistungsfähige und robuste Additive mit breitem Lebensmittelkontakt benötigt. Beim Formulieren von Klebstoffen kommt neben dem Entschäumer mit einem solchen Profil auch noch die Frage nach Netzmitteln hinzu.

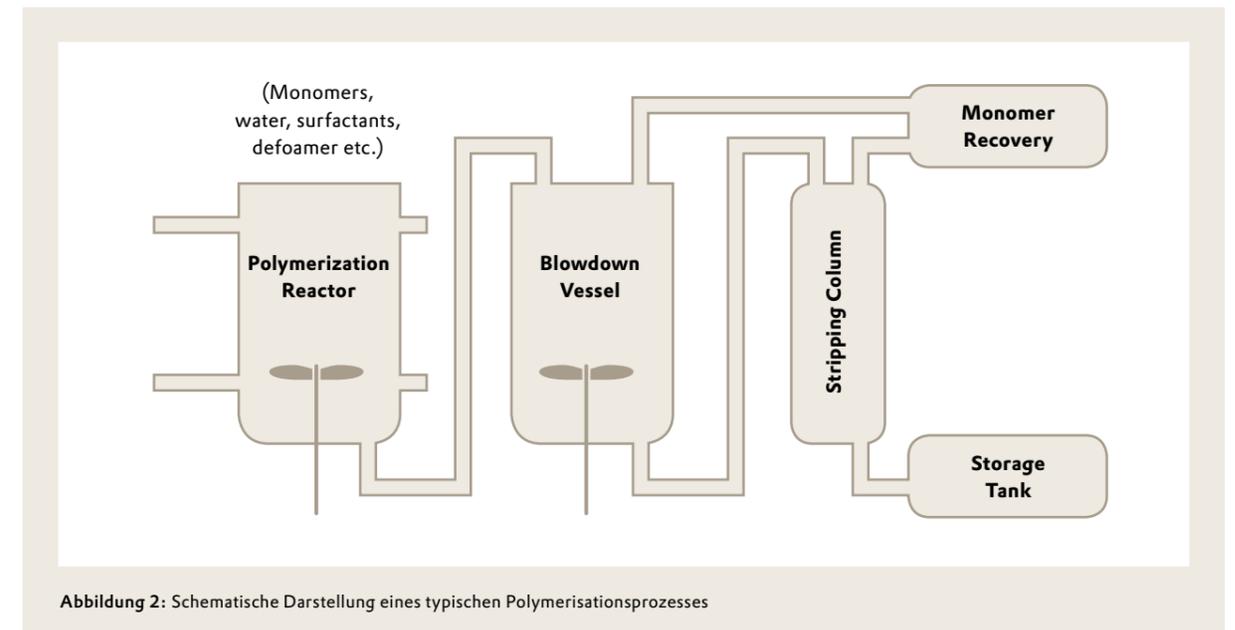


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines typischen Polymerisationsprozesses

Evonik Nutrition & Care hat nun die Palette von Entschäumern mit umfangreichem Lebensmittelkontakt bestehend aus TEGO® Antifoam 2291 (100%iger organischer Entschäumer auf Paraffinölbasis) und TEGO® Antifoam 4-94 (40%iger Entschäumer auf Basis einer Polyethersiloxanemulsion) um das Produkt TEGO® Antifoam 4-88 (40%iger Entschäumer auf Polyethersiloxanbasis) ergänzt. Damit können nun auch Kunden aus dem Bereich der Herstellung von Dispersionen oder Formulierungen für den Papierbereich aus zwei Produkten auf Polyethersiloxanbasis wählen – TEGO® Antifoam 4-88 und TEGO® Antifoam 4-94. Das ist wichtig, da sich die Papierindustrie damit konfrontiert sieht, dass mineralölbasierte Entschäumer wegen ihres Migrationspotenzials vermieden werden sollen. Grundsätzlich ist das neue Produkt, das eine sehr gute Verträglichkeit mit einer guten Entschäumung kombiniert, auch für Hersteller von Acrylaten, PU oder SBR, die andere Endanwendungen adressieren, interessant. Deshalb werden dieses Produkt auch Formulierer von Klebstoffen schätzen. Formulierer benötigen eine Langzeitstabilität der entschäumenden Wirkung bei Lagerung der Formulierung, was durch diese Produkte gewährleistet ist. TEGO® Antifoam 4-88 wurde speziell entwickelt, um globale Anforderungen im Lebensmittelkontakt erfüllen zu können, wobei einerseits die EU 10/2011 aber auch verschiedene Anforderungen der FDA erfüllt werden. Hinsichtlich der FDA sind dabei insbesondere die FDA 175.105 für Klebstoffe sowie FDA 176:170 und FDA 176.180 für den Papierbereich zu nennen.

TEGOPREN® 5890

Hersteller von Klebstoffen suchen nach Netzmitteln mit Lebensmittelkontakt, die schaumarm sind, denn die vielfältig eingesetzten Sulfosuccinate wie sie auch Evonik Nutrition & Care mit Rewopol® SB DO 75 herstellt, schäumen stark und müssen teilweise hochdosiert eingesetzt werden. TEGOPREN® 5890 ist ein schaumarmes Netzmittel auf Basis von Polyethersiloxanen, welches bei Einsatzkonzentrationen von 0.3-0.5% eine gute Substratbenetzung realisiert. Es kann mit den oben benannten Entschäumern gut kombiniert werden und verfügt u.a. über eine Zulassung gemäß EU 10/2011, so dass es eine interessante Lösung für den Klebstoff-Formulierer ist.

Kontakt: Magnus Kloster
magnus.kloster@evonik.com

ALBIDUR® und ALBIPOX®: Für Strukturklebstoffe unverzichtbar!

Die Herausforderungen des 21. Jahrhundert hinsichtlich reduziertem Energieverbrauch, insbesondere im Transportwesen sowie Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz sind enorm. Leichtbau ist eine Schlüsseltechnologie zur Bewältigung dieser Aufgaben. Kleben als Fügeverfahren ist wiederum die Voraussetzung für viele Leichtbauanwendungen.



Abbildung 1: Doppelhutprofil-Prüfkörper, mit dem Automobilklebstoffe auf ihr Crashverhalten getestet werden

Für anspruchsvolle und hochbelastete Verklebungen kommen sogenannte Strukturklebstoffe zum Einsatz; die überwiegende Mehrheit dieser basiert auf Epoxidharzformulierungen. Ein typisches Anwendungsbeispiel ist der Automobilbau. So werden beim Bau des „body-in-white“, der Rohkarosserie, sogenannte Rohbaukleber und Bördelnahtkleber verwendet. Diese pastenförmigen, heißhärtenden Einkomponentenkleber haben ein anspruchsvolles Anforderungsprofil: Sie müssen mittels Sprühroboter auftragbar sein, dürfen aber nach dem Auftragen nicht wegfließen; das Fließverhalten muß sehr genau definiert sein. Die Kleber müssen im unvernetzten Zustand wasserbeständig sein, da in der Produktion der Klebstoff zunächst aufgetragen wird, die Karosserie dann die kathodische Tauchlackierung durchläuft und der Klebstoff erst beim Einbrennen des Lackes in der Wärmekammer aushärtet. Besonders wichtig ist weiterhin die Eignung zum Verkleben von verschiedenen Substraten wie hoch- und höchstfesten Stählen, Aluminiumlegierungen, oder Metallen mit Faserverbundbauteilen. Zusätzlich müssen die Kleber gut auf geölten Untergründen haften, da die verwendeten Metalle im Automobilbau stets mit Tiefziehölen verunreinigt sind.

Gefordert sind natürlich auch sehr hohe Festigkeiten, eine hohe Zähigkeit und ein gutes Ermüdungsverhalten. Als selbstverständlich vorausgesetzt sind Alterungsbeständigkeit über die gesamte Lebensdauer des Autos und Beständigkeit gegenüber Treibstoffen, Ölen und Kühlmedien. Betrachtet man die Karosserie des BMW i3 und i8 – so müssen hier einzelne CFK-Bauteile zur Karosserie gefügt werden – diese hat harte Crashtests zu überstehen.

Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, sind diese Epoxidkleber sehr komplex aufgebaut und enthalten grundsätzlich eine Komponente zur Steigerung der Schlagzähigkeit. Dabei kommen Technologien der Business Line Interface & Performance der Evonik Nutrition & Care zum Einsatz: Je nach Anwendungsfall werden Produkte der ALBIDUR® oder ALBIPOX®-Reihe verwendet, um Schlagzähigkeit und Ermüdungsverhalten zu verbessern. Ebenso bei der Formulierung von Montage- und Reparaturklebern. Diese sind im Unterschied zu den Rohbauklebern zweikomponentig und härten bei Raumtemperatur oder leicht erhöhten Temperaturen (z.B. 60 °C) – die Anforderungen sind jedoch vergleichbar. Auch Sonderformen wie Strukturklebebänder und schäumbare Inserts werden entsprechend modifiziert.

Strukturklebstoffe finden des Weiteren im Flugzeugbau ihre Anwendung; im Leitwerk, in den Tragflächen sowie in vielen anderen Bereichen. Werden die Klebstoffe beispielsweise im Innenraum verwendet, müssen sie zusätzlich strengen Brandschutzvorschriften genügen.



Abbildung 2: Einsatz eines Strukturklebstoffes auf der Innenseite der Tragfläche des Airbus A 380

Auch hier sind die ALBIDUR® und ALBIPOX®-Produkte zur Formulierung von Hochleistungsklebstoffen unumgänglich. Für bestimmte Anwendungsfälle, bei denen besonders hohe mechanische Kennwerte und exzellentes Ermüdungsverhalten bei gleichzeitig niedriger Viskosität gefordert sind, werden die Produkte der NANOPOX®-Reihe gewählt, um genau dieses Eigenschaftsprofil und Leistungsniveau zu erreichen.

Ein weiterer Markt für Strukturklebstoffe ist der Bau von Rotorblättern für Windkraftanlagen. Hier werden die beiden Halbschalen des Rotorblattes miteinander verklebt. Da die Rotorblätter immer länger werden, werden auch die Ansprüche an den Klebstoff immer höher, da dieser immer

stärkere Kräfte ertragen muss. Selbstverständlich enthalten die Formulierungen dieser zweikomponentigen Epoxidkleber auch eine Komponente zur Steigerung der Schlagzähigkeit, so zum Beispiel Produkte der ALBIDUR®-Reihe. Noch herausfordernder hinsichtlich des Ermüdungsverhaltens sind die Anforderungen bei den Klebstoffen, welche für den Rotorblattbau für Offshore-Windkraftanlagen verwendet werden. Um ein defektes Rotorblatt auf hoher See zu wechseln, benötigt man ein spezielles Schiff und einen Helikopter samt Crew für mehrere Tage – die Kosten dafür sind enorm. Rotorblätter der neuesten Generation müssen aufgrund ihrer Länge in zwei Teilen zur Baustelle der Windkraftanlage transportiert werden. Sie werden vor Ort miteinander verschraubt – auch hier kommen wieder Strukturklebstoffe zum Einsatz.

Mit NANOPOX®, ALBIPOX® oder ALBIDUR® formulierte Strukturkleber werden in den unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt; im Maschinenbau, im Schiffsbau und beim Verkleben von Befestigungssystemen im Tunnelbau (dem sogenannten „chemical anchoring“).



Abbildung 3: Einkleben von glasfaserverstärkten Kunststoffstäben in Holzbalken zur Sanierung

Eine relativ unbekannte, fast exotische Anwendung ist die Restauration von alten Holzbrücken oder alten Gebäuden mit tragenden Holzbalken: Hier werden der Länge nach Löcher in die Balken gebohrt, Stäbe aus GFK eingesetzt und verklebt. Dadurch können selbst brüchige Balken wieder voll belastet werden. Der hier verwendete Strukturkleber muss neben einer hohen Festigkeit auch in der Lage sein, das unterschiedliche Verhalten von Holz bzw. GFK bei Einwirkung von Wärme oder Feuchtigkeit ausgleichen zu können.

Kontakt: Dr.Dr.-Ing. Stephan Sprenger
stephan.sprenger@evonik.com

VESTOPLAST®: Verbesserte Heißschmelzklebstoffe durch Innovation

In der heutigen Welt ist Innovation ein entscheidender Wachstumstreiber in der Industrie. Angesichts neuer Technologien, kürzerer Produktlebenszyklen und sich rasch ändernden Trends ist es äußerst wichtig, stets auf dem neuesten Stand zu bleiben und Lösungen für zukünftige Herausforderungen zu entwickeln. Aus diesem Grund haben die Experten für amorphe Poly-alpha-olefine von Evonik ihre Kräfte aus Forschung, Anwendungstechnik, Marketing und Produktion gebündelt, um die Bedürfnisse ihrer Kunden zu ermitteln und daraus gezielte Produktentwicklungen abzuleiten.

Kundenbedürfnisse werden zu innovativen Produkten

Ein regelmäßiger Austausch mit den Kunden zu technischen oder kommerziellen Themen ist Teil der täglichen Arbeit. So ist sichergestellt, dass das Team über die neuesten Entwicklungen auf dem Markt informiert ist und zu den aktuellen Themen der eigenen Kunden forscht. Dies war auch der Ausgangspunkt für die jüngste Innovation, die der Produktbereich hervorgebracht hat. Nach intensiver Marktforschung und mehreren Gesprächen mit Kunden

hat Evonik Hygiene und Verpackung als relevante Zielanwendungen definiert. Darauf folgten weitere intensive Diskussionen mit ausgewählten Kunden hinsichtlich der Anforderungen an die eingesetzten Rohstoffe. Die Zieleigenschaften der neuen Polymere wurden auf Grundlage dieser Ergebnisse definiert, sodass umgehend mit der Forschung begonnen werden konnte. Für mehr Effizienz sowie einen schnelleren Innovationsprozess, hat das Evonik-Team in Zusammenarbeit mit einem Hersteller von Labortechnik ein Testverfahren entwickelt mit dem hohe Durchsätze realisiert werden konnten.

Für das Labor wurde eine kleine Multireaktor-Polymerisationsanlage gebaut, mit der das Team unterschiedliche Polymermischungen innerhalb kürzester Zeit analysieren und auswerten konnte. Diese einzigartige Innovationsmethode nutzt das Konzept des DoE (Design of Experiment). Dieses Konzept ermöglicht sowohl eine systematische Evaluierung der Eigenschaften als auch die Ableitung von Korrelationen zwischen der Polymerstruktur und den entsprechenden Polymereigenschaften. Ergebnis dieses Prozesses sind zwei neue Polymere mit geringer Viskosität für Hygiene- und Verpackungsanwendungen.



Designed Polymers: VESTOPLAST® EP V2094 und VESTOPLAST® EP V2103

Die zwei neuen VESTOPLAST® Typen EP V2094 und EP V2103 ergänzen das aktuelle Portfolio perfekt. Neben der bekannten Leistungsfähigkeit von VESTOPLAST® mit hervorragender Klebrigkeit und Adhäsion, sowie heller Farbgebung, bieten die beiden neuen Typen eine hohe Zugfestigkeit von 1 MPa bzw. 2 MPa, bei einer Viskosität von 2.500 ± 500 mPas bei 190°C und einem niedrigen Erweichungspunkt von ca. $94 - 103^\circ\text{C}$. Betrachtet man den Erweichungspunkt und den Wärmestand (Shear Adhesion Failure Temperature - SAFT), zeigt dieser nur eine sehr geringe Differenz von 10°C . Diese Eigenschaft ist für den Anwender von großem Vorteil (siehe Abbildung 1). In der Anwendung kann der Schmelzklebstoff bei relativ niedrigen Temperaturen aufgetragen werden, was Energie einspart und dennoch eine hervorragende thermische Stabilität bei hohen Temperaturen bietet. Detailliertere

technische Parameter und Eigenschaften sind in Abbildung 2 dargestellt. Bei den physikalischen Eigenschaften der neuen Produkttypen fällt insbesondere die verbesserte Fließfähigkeit des Granulats auf, die für Hersteller von Schmelzklebstoffen eine bessere Handhabung und Verarbeitbarkeit des Produkts bedeutet. Darüber hinaus weisen die neuen Produkte eine hervorragende Kompatibilität mit hydrierten Harzen sowie FT-Hartparaffinen wie z.B. Shell GTL-Sarawax SX 80 und Shell GTL-Sarawax SX 105 aus und erhöhen so die Flexibilität beim Rohstoffeinsatz in Formulierungen. Dieses breite Eigenschaftsspektrum ermöglicht den Zugang in unterschiedliche Anwendungen; Verpackungs- und Hygieneanwendungen sind jedoch die primären Einsatzgebiete der beiden neuen VESTOPLAST® Typen.

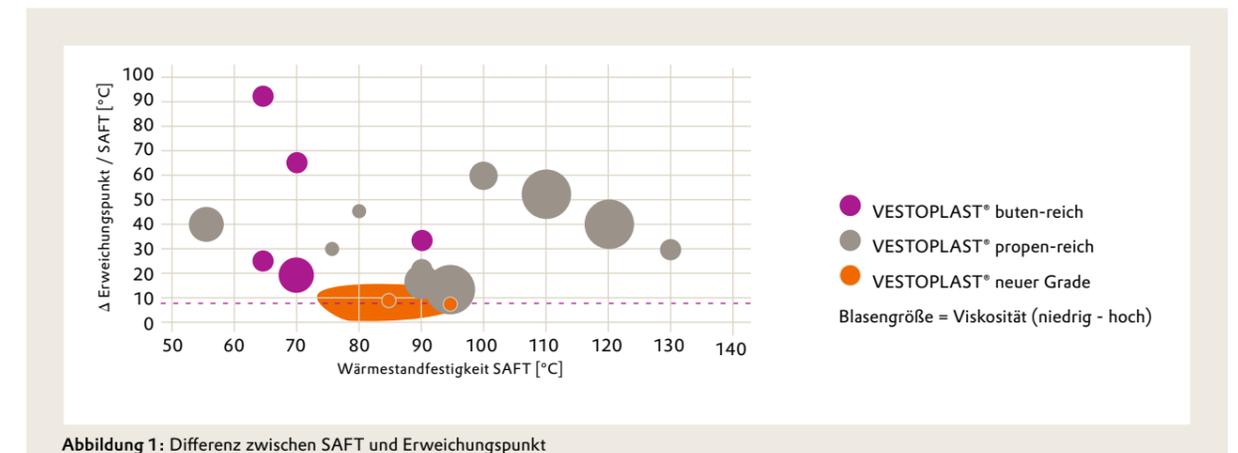


Abbildung 1: Differenz zwischen SAFT und Erweichungspunkt

Technische Daten

		VESTOPLAST® EP V2094	VESTOPLAST® EP V2103
Erweichungspunkt (R&K)	[°C]	94 +/- 4	103 +/- 3
Nadelpenetration	[0,1 mm]	20 +/- 4	12 +/- 3
Schmelzviskosität @190 °C	[mPas]	2.500 +/- 500	2.500 +/- 500
S.A.F.T. gem. WPS 68	[°C]	80-85	90-95
Offene Zeit	[min]	> 10	~ 5
Zugfestigkeit	[MPa]	1	2
Reißdehnung	[%]	70	40
Zugscherfestigkeit Holz/Holz	[MPa]	1	1,5
Zugscherfestigkeit PP/PP	[MPa]	1	1,5
Glasübergangstemperatur Tg (gem. DSC-Methode)	[°C]	-38	-33
Dichte	[g/cm³]	0,86	0,86

Abbildung 2: Technische Daten der beiden VESTOPLAST®-Typen

Versprühbare APAO für Hygieneanwendungen

VESTOPLAST® EP V2094 wurde in erster Linie für Hygieneanwendungen wie z.B. Windeln, Damenhygieneprodukte oder Inkontinenzeinlagen entwickelt. Um die Anforderungen in diesen Anwendungen perfekt zu erfüllen, wurden drei wesentliche Polymereigenschaften identifiziert, die sowohl für den Klebstoff-Formulierer als auch den Produzenten des Endprodukts entscheidend sind. Die thermische Beständigkeit ist für den Klebstoff sehr wichtig, da die Klebleistung auch bei hohen Temperaturen und über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten werden muss.

Des Weiteren achten Kunden oft auf das Preis-/Leistungsverhältnis der eingesetzten Produkte, das z.B. durch Energiekosteneinsparungen bei einer niedrigen Auftragstemperatur oder durch den verringerten Einsatz von Klebstoff für dieselbe Produktionsmenge verbessert werden kann (Mileage Effekt). Weiterhin möchte der Endverbraucher keinen chemischen Geruch in seinen Hygieneprodukten wahrnehmen, weshalb eine geringe Geruchsbelastung durch die Rohstoffe ebenfalls sehr wichtig ist. VESTOPLAST® EP V2094 erfüllt sämtliche der genannten Anforderungen und bietet gleichzeitig einen Vorteil gegenüber den üblicherweise verwendeten blockcopolymerbasierten Schmelzklebstoffen. Darüber hinaus hat VESTOPLAST® EP V2094 eine geringe Dichte von $0,86 \text{ g/cm}^3$, was im Produktionsprozess zu einer höheren Effizienz führt. Im heutigen Hygienemarkt wird ein großer Teil der eingesetzten Klebstoffe auf SBS/SIS-Basis hergestellt, da die Preise niedrig sind, die Klebstoffe relativ stabile Klebleistung aufweisen und eine vernünftige Prozessierbarkeit

bieten. Durch immer strengere Standards und einem wachsenden Interesse der Endverbraucher an Umwelt, Sicherheit, Gesundheit und Qualität (USGQ), haben alternative Rohstoffe bereits Marktanteile gewonnen, darunter auch VESTOPLAST®. Im Vergleich zu herkömmlichen Systemen auf Blockcopolymerbasis besitzt VESTOPLAST® genau die Eigenschaften, die für Hygieneanwendungen entscheidend sind.

Wie Abbildung 3 zeigt wurden Hygiene-Formulierungen basierend auf VESTOPLAST® und marktübliche Hygiene-Formulierungen basierend auf Blockcopolymeren durch Lagerung bei 150°C unter Luftsauerstoff über einen Zeitraum von bis zu 168 Stunden auf ihre thermische Stabilität getestet. Wie die Viskositätskurve zeigt, bleibt die VESTOPLAST®-Formulierung stabil bei einer Viskosität von ca. 3.300 mPas, während die ursprüngliche Viskosität der Blockcopolymer-Formulierung von ca. 3.000 mPas auf ca. 900 mPas abfällt. Dies bedeutet, dass VESTOPLAST® sowohl während des Formulierungsprozesses beim Klebstoffhersteller und als auch in der späteren Anwendung im Produktionsprozess innerhalb eines bestimmten Viskositätsbereichs bleibt und dem Anwender somit ein stabiles Verarbeitungsfenster bietet. Bei der Farbstabilität, weist die blockcopolymerbasierte Formulierung bereits nach 24 Stunden eine gelbliche Verfärbung auf, die nach 168 Stunden zu einer tiefbraunen Farbe wird, wohingegen die VESTOPLAST® basierte Formulierung über den gesamten Zeitraum nur eine leichte Farbänderung aufweist.

weiter auf Seite 26 ▶

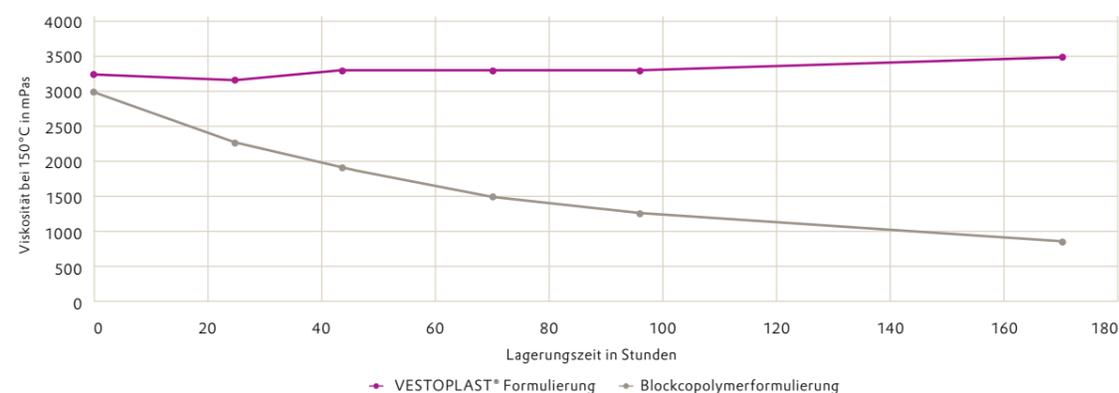


Abbildung 3: Schmelzviskosität von VESTOPLAST® vs Blockcopolymere

Auf die Technik kommt es an: Technisches Know How für ein perfektes Ergebnis

Das neue VESTOPLAST® EP V2094 wurde speziell als Klebstoff für Verklebungen in der Hygiene Industrie entwickelt, wie z.B. Windeln, Damenhygiene-Artikel oder medizinische Unterlagen. Wie komplex die Herstellung dieser Artikel ist, zeigt Abbildung A anhand einer Windel.

Um ein genaues Bild der Anforderungen zu erlangen, die an solche Hygieneklebstoff-Formulierungen gestellt werden, wurde der Herstellungsprozess analysiert und die Einflussfaktoren, die sich auf die Sprühbarkeit auswirken, untersucht. Amorphe Poly-alpha-olefine unterscheiden sich dabei von den herkömmlichen blockcopolymerbasierten Systemen, daher ist eine genaue Betrachtung und Analyse unabdingbar. Zur Verklebung von Hygieneartikeln werden häufig verschiedene Gewebefasern mit Polyethylenfolien verwendet. Diese müssen besonders dünn, atmungsaktiv sowie strapazierfähig sein und dürfen gleichzeitig keine Flüssigkeiten durchlassen. Die Folien werden an großen Beschichtungsmaschinen mit dem Schmelzklebstoff besprüht. Dabei können Geschwindigkeiten von 800m/Minute erreicht werden. Schematisch ist der Beschichtungsprozess in Abbildung B dargestellt. Der Klebstoff wird mittels einer Sprühdüse auf das Substrat aufgetragen, in Größenordnungen von $1\text{-}5 \text{ g/m}^2$. Das zweite Substrat wird kurz nach dem Klebstoffauftrag von oben gegenkaschiert.

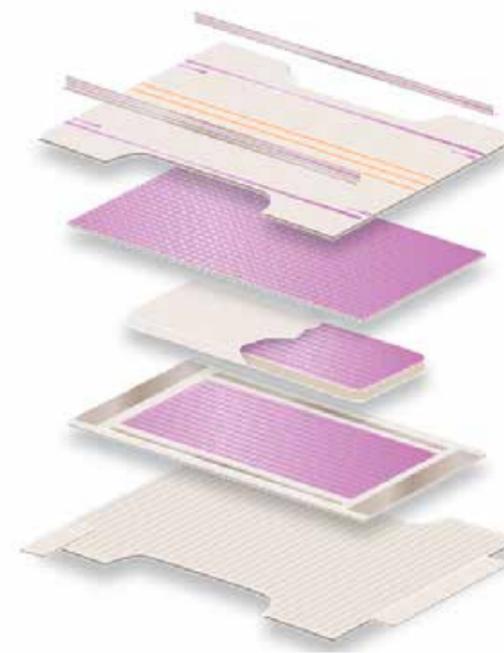


Abbildung A: Aufbau der einzelnen Lagen einer Windel mit Kennzeichnung der Verklebungen

Zum Auftragen des Klebstoffes werden verschiedene Sprühmethoden mit unterschiedlichen Maschineneinstellungen angewandt. Mit VESTOPLAST® EP V2094 konnten unter industriellen Produktionsbedingungen bei hohen Bahngeschwindigkeiten alle gängigen Sprühbilder in sehr guter Qualität getestet werden. Einige davon sind in den Abbildungen 6 bis 8 auf Seite 27 dargestellt. Durch die intensiven Sprühversuche konnten in der Anwendungstechnik tiefgehende Erkenntnisse über die entscheidenden Parameter gewonnen werden, die für eine erfolgreiche Versprühbarkeit verantwortlich sind. Es hat sich zum Beispiel herausgestellt, dass der Druck, der auf das Polymer im Düsenkopf einwirkt zusammen mit dem Durchfluss pro Minute einen sehr großen Einfluss auf das Sprühergebnis hat. Ist der Druck und die Fördermenge zu gering, ist das scherverdünnende Verhalten nicht ausreichend stark genug um die Fasern fein zu verteilen und durch den Luftstrom zu einem ansehnlichen Sprühbild zu formen. Oft wird hierzu auch das Anwendungsfenster, welches vom Düsenhersteller zur Verfügung gestellt wird, nicht beachtet. Im Evonik Labor werden laufend weitere Analysen sowie Tests an einer kleinen Beschichtungsanlage durchgeführt, um die Einflussfaktoren genau zu verstehen und so dem Kunden eine umfangreichere Unterstützung zu bieten. Für größere Testreihen besteht zudem die Möglichkeit mit Herstellern von Maschinen und Düsen für den Hygienebereich zu kooperieren und an großen Anlagen die Ergebnisse zu verifizieren.

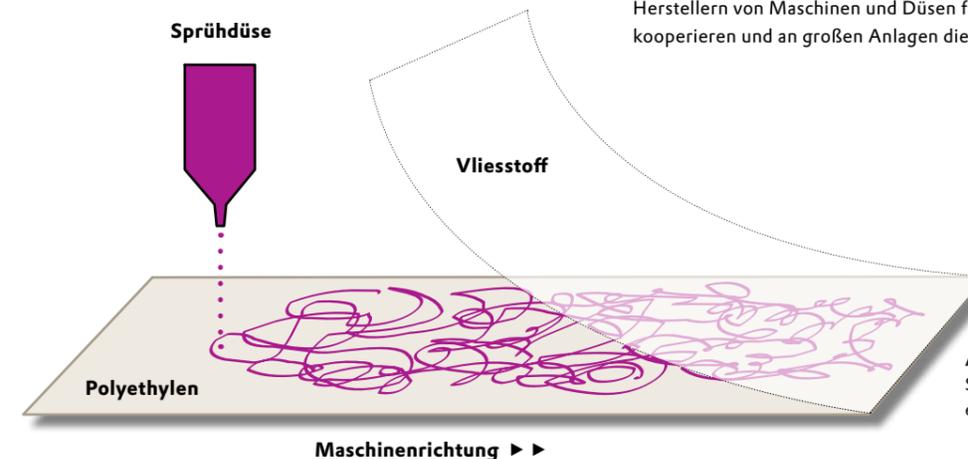


Abbildung B: Schematische Darstellung eines Beschichtungsprozesses

Da der Klebstoff in den meisten Fällen im Endprodukt unsichtbar bleiben sollte, ist dies ein weiterer Pluspunkt für Formulierungen mit VESTOPLAST®.

Abbildung 4 zeigt die Rissbildung, das Vercracken, von Formulierungen mit VESTOPLAST® und Blockcopolymeren. Der Klebstoff wird auf eine Stahlplatte aufgebracht und bei 150°C unter Luftsauerstoff gelagert. Nach einer Woche zeigt sich eine Verfärbung und Rissbildung bei der blockcopolymerbasierten Formulierung, während VESTOPLAST® nicht nur seine helle Farbe beibehält, sondern auch keinerlei Anzeichen von Rissbildung aufweist. Dies bedeutet weniger Verunreinigungen in den Maschinen und somit weniger Wartungsarbeiten im Produktionsprozess.



Abbildung 4: Rissbildung von VESTOPLAST® (links) und Blockcopolymer basierten Formulierungen (rechts)

Wie in Abbildung 5 dargestellt, wurden verschiedene Formulierungen mit unterschiedlich hohen Polymergehalten entwickelt. In Abhängigkeit von den Prozessparametern und den geforderten Eigenschaften bietet VESTOPLAST® EP V2094 den Kunden die Flexibilität Formulierungen nach ihren Wünschen anzupassen und gleichzeitig unabhängig von der Harzverfügbarkeit zu sein.

In der Hygieneindustrie kann der Klebstoff auf unterschiedliche Art und Weise auf das Substrat aufgesprüht werden, z.B. auf Polyethylen (PE) - Folien und Vliesstoffe. Heutzutage sind Spiralsprühdüsen und Zerfaserungssprühdüsen die gebräuchlichsten Sprühsysteme. Evonik hat mehrere Tests mit VESTOPLAST® EP V2094 unter industriellen Produktionsbedingungen bei Maschinenherstellern durchgeführt, die die Hygieneindustrie beliefern und dabei außergewöhnliche Ergebnisse erzielt. Aus den untersuchten Formulierungen heben sich zwei hervor: eine Formulierung mit 70% Polymergehalt und ein nicht formuliertes reines VESTOPLAST® EP V2094. Beide Proben wurden mittels Spiralsprühdüsen bei unterschiedlichen Auftragsgeschwindigkeiten, -drücken und -temperaturen aufgebracht. Sämtliche Ergebnisse zeigten sehr regelmäßige Sprühmuster, auch bei niedrigen Auftrags Temperaturen bis zu 120°C (siehe Abbildung 6 und 7).

Die Parameter für die Applikation mittels der Zerfaserungssprühdüsen wurden folgendermaßen festgelegt: Auftrags Temperaturen zwischen 140 °C und 160 °C, hohe Geschwindigkeit und geringes Auftragsgewicht. Die üblicherweise verwendeten Auftragsgewichte in der Produktion liegen zwischen 1g/m² und 5g/m². Die resultierenden Sprühmuster entsprachen den

Flexibilität in der Formulierung

Formulierung		Sehr hoher Polymeranteil	Hoher Polymeranteil	Niedriger Polymeranteil
VESTOPLAST® EP V2094	[%]	85	70	41
Harz	[%]	15	30	49
Weichmacher				10
Stabilisator	[%]	0,2	0,2	0,2
Erweichungspunkt (R&K)	[°C]	86	82	71
Nadelpenetration 100/25/5	[0,1mm]	28	24	28
Wärmestandfestigkeit (S.A.F.T)	[°C]	70-75	65-70	< 50

Abbildung 5: Richtformulierungen mit unterschiedlich hohen Polymeranteilen

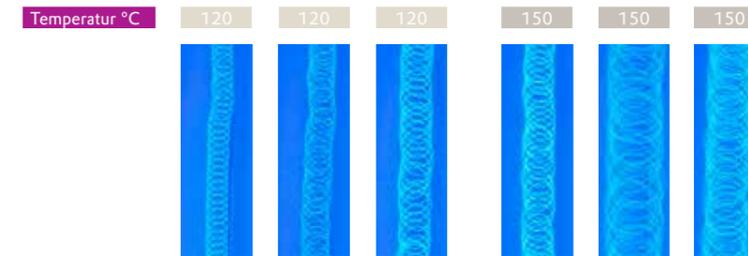


Abbildung 6: Sprühmuster für VESTOPLAST® EP V2094-Formulierungen bei unterschiedlichen Auftrags Temperaturen und Düsenabständen

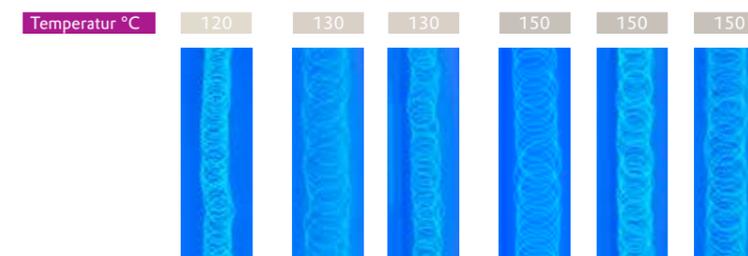


Abbildung 7: Sprühmuster für reines VESTOPLAST® EP V2094 bei unterschiedlichen Auftrags Temperaturen

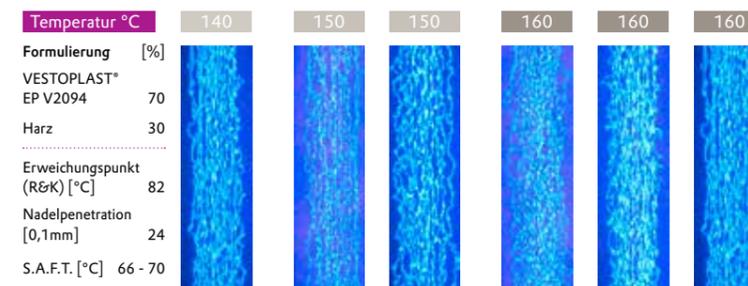


Abbildung 8: Sprühmuster für Formulierungen auf Basis von VESTOPLAST® EP V2094 bei unterschiedlichen Auftrags Temperaturen und Auftragsdichten

Anforderungen der Industrie, nach einem zufälligem Sprühmuster ohne ein Übersprühen oder der Bildung von dünnen Fäden. Die Kantenschärfe und das Durchschlagen durch den Film sind ebenfalls wichtige Parameter für ein gutes Sprühbild (siehe Abbildung 8). Die hohen Geschwindigkeiten von 600 m/min und höher, stellten für Formulierungen mit VESTOPLAST® EP V2094 kein Problem dar.

VESTOPLAST® EP V2103 für den Verpackungsmarkt

VESTOPLAST® EP V2103 wurde in erster Linie für Verpackungsanwendungen entwickelt. Neben den üblichen Pappkartonverpackungen gibt es auch noch weitere Verpackungsvarianten, bei denen es oft schwierig

ist, die Substrate wie z.B. beschichtete Kartonagen oder Polypropylen(PP) - und Polyethylen(PE)-Lamine zu verkleben. Da der Klebstoff häufig auch für den Endkunden sichtbar ist, wie z.B. bei Trinkhalmbefestigungen, spielt die Optik des Klebstoffs eine wesentliche Rolle. Im besten Fall ist er weiß oder sogar transparent. Für Betreiber von Verpackungslinien sind schnelle Prozesse von großer Bedeutung, weshalb der Klebstoff umgehend beide Substrate miteinander verbinden muss. VESTOPLAST® EP V2103 meistert alle genannten Herausforderungen. Durch die Variation der Harze und des Wachsgehalts in der Formulierung können z.B. sehr niedrige Viskositäten bis zu 960 mPas bei 160°C, kurze Abbindezeiten im Bereich von 1 Sekunde sowie eine gute thermische Beständigkeit bei Wärme- und Lufteinwirkung erreicht werden. Sämtliche getesteten Formulierungen zeigen eine sehr gute Adhäsion auf unterschiedlichen Substraten, besonders auf PP. Farbe und Viskosität bleiben konstant, selbst bei Kontakt des

Klebstoffes mit der Luft bei hohen Temperaturen (siehe Abbildung 9). Aufgrund der Vielfältigkeit und Flexibilität bei der Zusammensetzung von Formulierungen hat der Klebstoff-Formulierer mehrere Möglichkeiten, die Eigenschaften des endgültigen Klebstoffs zu beeinflussen und somit verschiedene Anwendungen zu bedienen.

Mehr Flexibilität mit VESTOPLAST® - Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Die technischen Eigenschaften der neuen VESTOPLAST® Typen eignen sich auch für weitere Klebstoffanwendungen, entweder als Hauptrohstoff oder als Additiv zum Beispiel zur Verringerung der Viskosität, der Verarbeitungstemperatur und weiteren Eigenschaften.

Aufgrund der langen offenen Zeit von bis zu 5 Minuten und der hohen Zugfestigkeit kann VESTOPLAST® EP V2103 auch zum Verkleben größerer Substrate wie z.B. Matratzen durch Sprüh- oder Raupen-Applikation eingesetzt werden, insbesondere mittels Walzenbeschichtung. Ein weiterer großer Vorteil sind mögliche Mischungen mit anderen VESTOPLAST®-Typen, um die benötigten Eigenschaften zielgerichtet einzustellen, was dem Klebstoff-Formulierer eine größere Flexibilität verleiht. Bei Matratzen beispielsweise kann eine Mischung von VESTOPLAST® EP V2103 und VESTOPLAST® 750 höhere Dehnungswerte und eine verbesserte Viskosität liefern. Wie in Abbildung 10 dargestellt, verbessert sich die Zugfestigkeit durch eine Zumischung von 30% VESTOPLAST® 750 erheblich auf

2,3 MPa bei einer Bruchdehnung von 200%, während das Material trotzdem weich bleibt. Das hohe Molekulargewicht von VESTOPLAST® 750 verstärkt die für das Verkleben von Schäumen erforderliche Anfangsfestigkeit.

Die offene Zeit ist in dieser Anwendung von zentraler Bedeutung, um dem Anwender genügend Zeit zwischen dem Aufbringen des Klebstoffs und dem Verkleben der großflächigen Substrate zu lassen. In Abhängigkeit von der Produktionslinie muss die offene Zeit von langen bis hin zu kurzen Zeiten anpassbar sein.

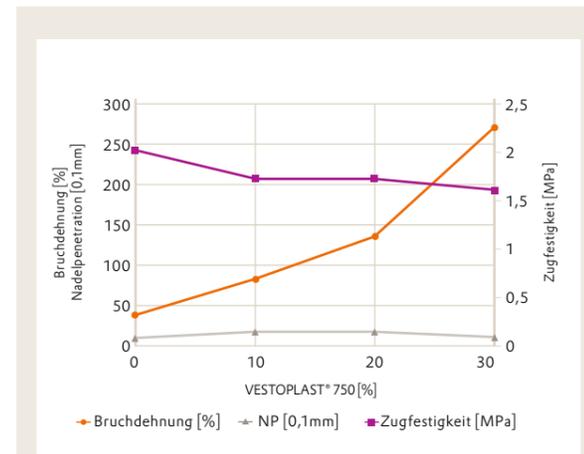


Abbildung 10: Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Nadelpenetration der Mischung aus VESTOPLAST® EP V2103 und VESTOPLAST® 750

Formulierungsbeispiele für Verpackung: Schnelltrocknend bei hohem Polymeranteil

Formulierung	A	[%]	B	[%]
VESTOPLAST®	EP V2103	90	EP V2103	70
			Harz	15
Wachs	SARAWAX SX 80	10	SARAWAX SX 80	15
	Stabilisator	0,2	Stabilisator	0,2
Viskosität@ 160 °C [mPas]	2.600		960	
Erweichungspunkt [°C]	101		95	
Nadelpenetration [0,1 mm]	17		14	
Abbindezeit [s]	1		< 1	
S.A.F.T [°C]	85 - 90		70 - 75	

Abbildung 9: Beispiel-Formulierung für Verpackungsklebstoffe

Wie Abbildung 11 zeigt, kann die Mischung von VESTOPLAST® EP V2103 und VESTOPLAST® 750 genau diese erforderliche Flexibilität bieten. Durch das Variieren der Anteile von VESTOPLAST® 750 kann die ursprüngliche offene Zeit des reinen VESTOPLAST® EP V2103 von ca. 5 Minuten auf ca. 1,5 Minuten verringert werden, was dem Anwender eine größere Flexibilität für die Einstellung der Produktionslinien gibt. Dasselbe gilt für die Schmelzviskosität, die mit der Mischung stark erhöht werden kann. Der Erweichungspunkt verbleibt jedoch bei einem niedrigen Niveau von ca. 100 °C, was eine niedrige Anwendungstemperatur ermöglicht und somit Energiekosten einspart.

Klebstoffe auf SIS-Basis werden ebenfalls häufig für Matratzenanwendungen eingesetzt. Je nach Rohstoff-situation ermöglicht VESTOPLAST® jedoch Formulierungen mit hohem Polymergehalt, was die Abhängigkeit von Harzen verringert, während SIS-Formulierungen oft sehr harz-intensiv sind. Des Weiteren sind Klebstoffe auf VESTOPLAST®-Basis wesentlich einfacher zu formulieren, da hierfür kein Mischer mit hoher Scherwirkung erforderlich ist. Weiterhin benötigen Formulierungen auf APAO-Basis keine Zugabe von Öl, somit besteht auch kein Risiko der Ölabsetzung auf den Substraten.

Abbildung 12 zeigt beispielhaft eine Richtformulierung. Der Hauptanteil in dieser Formulierung bildet VESTOPLAST® EP V2103. Durch die Zugabe mit VESTOPLAST® 750 und VESTOPLAST® 408 erhöht sich die anfängliche Kohäsion sowie Anfangsfestigkeit, während die niedrige Viskosität und die lange offene Zeit erhalten bleiben. Zur weiteren Verbesserung der Kohäsion werden Harze hinzugefügt. Zusätzlich kann ein kleiner Anteil an SEBS untergemischt werden, um die erforderliche Flexibilität zu erzielen und die Kohäsion zu verstärken. Polybuten kann nochmal für die Feinabstimmung von Viskosität und Weichheit verwendet werden.

Kontakt: Dr. André Ebberts
andre.ebberts@evonik.com

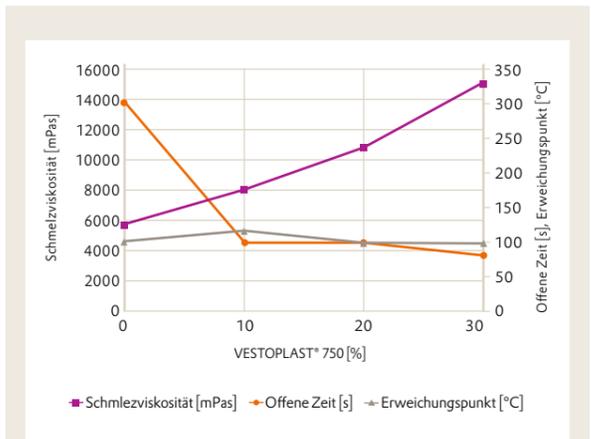


Abbildung 11: Viskosität, offene Zeit und Erweichungspunkt von Mischungen aus VESTOPLAST® EP V2103 und VESTOPLAST® 750

Richtformulierung

45-60 %	VESTOPLAST® EP V2103
5-15 %	VESTOPLAST® 750
5-10 %	VESTOPLAST® 408
20-30 %	Harze
0-8 %	SEBS
0-10 %	Polybuten
0.2-0.5 %	Stabilisator

Technische Eigenschaften

Erweichungspunkt (R&K) [°C]	100 - 110
Schmelzviskosität bei 160 °C [mPas]	3.000 - 10.000
Nadelpenetration (100/25/5) [0,1mm]	15 - 25
Offene Zeit [min]	2 - 6
Reißdehnung [%]	> 250

Abbildung 12: Richtformulierung für Matratzenanwendungen und technische Eigenschaften

DEGALAN®:

Evonik erweitert Portfolio an Bindemitteln für Heißsiegelanwendungen

Die unter der Marke DEGALAN® vermarkteten Bindemittel für Heißsiegelanwendungen der Evonik Resource Efficiency GmbH bieten einzigartige Möglichkeiten bei der Formulierung leistungsstarker Heißsiegellacke. Sie kommen hauptsächlich bei der Versiegelung von Molkereiverpackungen wie Joghurtbechern und pharmazeutischen Blisterverpackungen zum Einsatz. Die Anforderungen an die Heißsiegellacke steigen dabei kontinuierlich, was sich unter anderem in der breiten Spannweite an zu versiegelnden Wertstoffen äußert. So können Joghurtdeckel beispielsweise aus Aluminium, Kunststoff wie PET oder Papier-PET-Verbund-Systemen bestehen. Diese gilt es gegen Bechermaterialien aus Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) oder Polyethylenterephthalat (PET) zu versiegeln. DEGALAN® Bindemittel sorgen hier für einen sicheren Verbund – bei gleichzeitig angenehmem, einfachem Öffnungsverhalten. Daneben sollen die Bindemittel zur Nachhaltigkeit und damit Umweltverträglichkeit beitragen, und gleichzeitig die Produktivität der Verpackungsindustrie erhöhen.

Die Evonik Resource Efficiency GmbH hat hierzu kürzlich DEGALAN® VP 4311 E auf den Markt gebracht, das speziell für Papier-PET-Verbund-Systeme entwickelt wurde, die gegen Polystyrol (PS) oder Polymilchsäure (PLA) versiegelt werden – einem biologisch abbaubaren Kunststoff hergestellt aus Maisstärke. Das Produkt ist PVC frei und erfüllt damit die Anforderungen der Konsumenten sowie des Einzelhandels. Die Beschichtung von DEGALAN® VP 4311 E kann in einem einzigen Produktionsvorgang erfolgen – ein oftmals vorgelegter Arbeitsschritt zur Auftragung eines Haftvermittlers entfällt. Mit dem neu entwickelten DEGALAN® VP 4322 E bietet die Evonik Resource Efficiency GmbH ein weiteres, innovatives Heißsiegelbindemittel an, welches speziell für volltransparente Verpackungen entwickelt wurde.

Der Trend zur Transparenz in der Verpackung erfährt zunehmend Einzug in die Kühlregale der Lebensmittelhändler. Den Herstellern von Premiumprodukten dient sie als Differenzierungsmerkmal und die Verpackungshersteller profitieren ebenfalls: DEGALAN® VP 4322 E wird in einem einzigen Beschichtungsvorgang aufgetragen, wobei auf den Gebrauch von PVC verzichtet wird. Die Formulierung des Heißsiegellacks für transparente Verpackungen lässt sich durch den Einsatz von DEGALAN® VP 4322 E deutlich vereinfachen, was zur Komplexitätsreduzierung und damit Effizienzsteigerung beiträgt.

DEGALAN® VP 4322 E lässt sich gegen die gebräuchlichsten Materialien wie Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylidenchlorid (PVdC), Polybutylenterephthalat (PBT) und Polymilchsäure (PLA) versiegeln. Eine PET reine Versiegelung bringt zusätzliche Vorteile wie hohe Wiederverwertbarkeit mit sich und stellt damit eine echte und kostengünstige Alternative zu PET-PE-Verbunden dar, welche bei transparenten Verbundverpackungen noch vorwiegend eingesetzt werden. Gleichzeitig überzeugt DEGALAN® VP 4322 E durch eine hohe Heißsiegelnahtfestigkeit von mehr als 8 N/15 mm.

Technische Eigenschaften

Heißsiegelnahtfestigkeit	HSF > 8 N/15mm
Deckelmaterial	Transparentes PET und Papier/PET Laminat
Substrat	PET, PS, PVC, PVdC, PLA, PBT
FDA §175.300	✓
Festkörpergehalt	40 %
Viskosität	< 8.000 mPas
Trübungswert bei 5.0 g/m ²	unbeschichtet: 4/Standard Heißsiegellack: 25/DEGALAN® VP 4322 E: <10
Blockpunkt	> 60°C

Abbildung 2: Technische Eigenschaften von DEGALAN® VP 4322 E

Der Trübungswert liegt unter 10, gemessen an einer PET-Folie mit einer Beschichtung von 5,0 g/m². Dies ermöglicht den Konsumenten einen ungetrübten Blick auf das verpackte Gut.

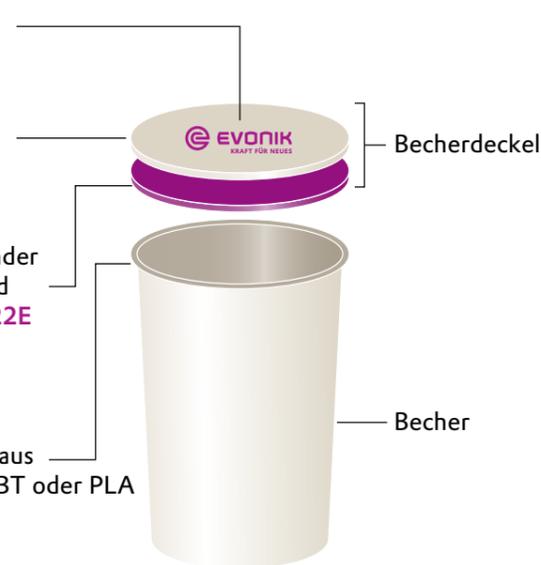
Kontakt: Jürgen Hartmann
juergen.jh.hartmann@evonik.com

Beschriftungsdruck

Transparentes PET, Papier/metPet oder Aluminium

Einstufiger direkt haftender Heißsiegellack basierend auf DEGALAN® VP 4322 E

Versiegelungssubstrate aus PET, PS, PVC, PVdC, PBT oder PLA



PET-Folie, 36µm, unbeschichtet



PET-Folie, 36 µm, beschichtet mit 5,0 g/m² Standard Heißsiegellack



PET-Folie, 36µm, beschichtet mit 5,0 g/m² Heißsiegellack basierend auf DEGALAN® VP 4322 E

Abbildung 1: Typischer Aufbau und Bestandteile einer Versiegelung mit DEGALAN® VP 4322 E

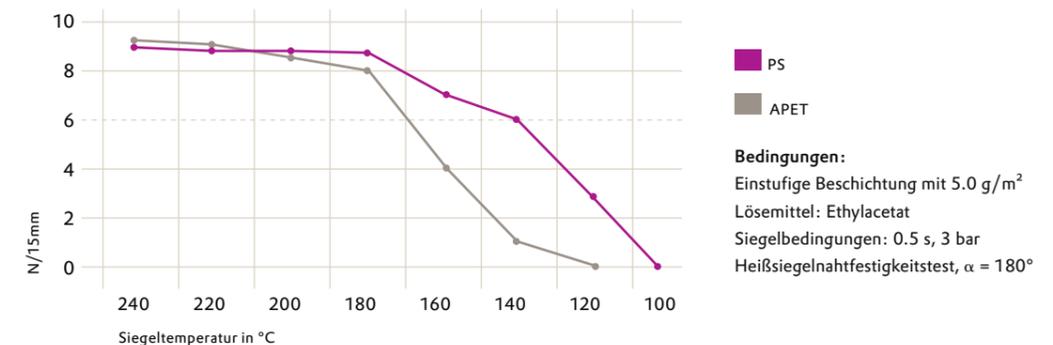


Abbildung 3: PET Folie 36 µm vs. APET und PS, jeweils versiegelt mit Heißsiegellack hergestellt aus DEGALAN® VP 4322 E

DEGALAN® 42ER-SERIE

Eine neue Generation Heißsiegelbindemittel für PVC-freie Verpackungen

Heißsiegelbindemittel von Evonik sorgen für eine sichere Versiegelung und ermöglichen sauberes und einfaches Abziehen. So lassen sich Joghurtbecherdeckel, die mit DEGALAN®-basierten Heißsiegellacken versiegelt sind, problemlos und ohne einzureißen öffnen.

Seit 2007 haben sich PVC-freie Bindemittel mit DEGALAN® als Standard bei Verpackungen von Molkereiprodukten etabliert. DEGALAN® PM 666 ist mittlerweile marktführend bei lösungsmittelbasierten Lackformulierungen, die ohne Grundierung auskommen. Als universelles Bindemittel wird DEGALAN® PM 666 für die Herstellung von Heißsiegellacken eingesetzt, um Aluminiumfolien gegen Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Polyethylenterephthalat (PET) oder Vinyl (PVC) zu siegeln.

Als Reaktion auf die Nachfrage des Marktes nach verbesserten Produkten hat Evonik mit der DEGALAN® 42er-Serie ein neues umfassendes Sortiment an Heißsiegelbindemitteln auf den Markt gebracht. Alle Produkte der neuen 42er-Serie basieren auf Copolymeren ohne Ethylden Norbornen und weisen eine engere Molekulargewichtsverteilung sowie eine niedrigere Viskosität auf. Sie können daher für jedes Füllgut eingesetzt werden. Weiterhin neigen sie kaum noch dazu, während des Druck- und Versiegelungsprozesses Ablagerungen an den Walzen zu hinterlassen. Die meisten Produkte zeichnen sich zudem durch einen höheren Festkörpergehalt aus.



DEGALAN® VP 4221 E ist die neue Version von DEGALAN® PM 666 und entfaltet seine besten Heißsiegelseigenschaften bei einer Beschichtung von 6 g/m². Hierbei liegt die Siegelnahtfestigkeit zwischen 7 und 9 N/15 mm bei PP oder PET als Substrat, sowie zwischen 8 und 10 N/15 mm bei PS als Substrat.

DEGALAN® VP 4251 E ist die neue Version von DEGALAN® 4151 E und entfaltet seine besten Heißsiegelseigenschaften bei einer Schichtdicke von 6 g/m². Die Zusammensetzung der Lösemittel hat sich nicht geändert, wohingegen der Festkörpergehalt bei 45 % statt wie bisher bei 40 % liegt. Auf die Viskosität hat dies keinen Einfluss.

DEGALAN® VP 4294 E ist ein universell einsetzbares Produkt mit einer einzigartigen Polymerstruktur. Die organische Dispersion besteht aus Copolymeren aus Methacrylsäureestern auf gepropften Olefin-Copolymeren (OCP) und Polyestern. DEGALAN® VP 4294 E haftet direkt auf Aluminium und PET. Durch die neue Zusammensetzung der Polymere und Lösemittel konnte ein Festkörpergehalt von 52 % erreicht werden, was eine schnelle Trocknung erlaubt. DEGALAN® VP 4294 E wird hauptsächlich in Heißsiegellacken verwendet, um PET-Filme gegen Polypropylen (PP), Polystyrene (PS), Polyethylenterephthalate (PET) oder Vinyl (PVC) zu siegeln. Selbst Substrate aus Polymilchsäure (PLA) können damit versiegelt werden.

DEGALAN® VP 4294 E entwickelt seine beste Heißsiegelseigenschaften bei einer Beschichtung von 6 g/m². Die Qualität des PET-Films hat hier einen entscheidenden Einfluss auf die Heißsiegelnahtfestigkeit. Auf PP-Substraten wird normalerweise eine Siegelnahtfestigkeit zwischen 4 und 7 N/15 mm erreicht, auf PS-Substraten zwischen 5 und 8 N/15 mm. Wie alle DEGALAN® Heißsiegelbindemittel erfüllt auch die DEGALAN® 42er-Serie die Anforderungen nach FDA 21 CFR § 175.300.

Kontakt: Jürgen Hartmann
juergen.jh.hartmann@evonik.com

PVC FREI

Festkörpergehalt der DEGALAN® 42er-Serie

DEGALAN®	Festkörpergehalt [%]	DEGALAN® 42er Serie	Festkörpergehalt [%]
DEGALAN® PM 555	45	DEGALAN® VP 4220 E	45
DEGALAN® PM 666	45	DEGALAN® VP 4221 E	45
DEGALAN® 4150 E	43	DEGALAN® VP 4250 E	45
DEGALAN® 4151 E	40	DEGALAN® VP 4251 E	45
DEGALAN® VP 4174 E	47	-	-
-	-	DEGALAN® VP 4294 E	52

Abbildung 1



Muster aller Produkte der DEGALAN® 42-Serie sind nun vorrätig. Bemusterungen sind über den Technischen Service unter Tel. +49 6151 18 4960 oder +49 6151 18 4753 erhältlich, sowie unter degalan@evonik.com

DYNACOLL®: DYNACOLL®-Polyester unterstützen die Ressourceneffizienz von Fahrzeugen

Ein innovativer Ansatz für das (semi-) strukturelle Verkleben von Leichtbauteilen mit neuartigen 2 K PU Hotmelts.

Evonik investiert permanent in Innovation, um seine Kunden zu unterstützen und Lösungen anzubieten, die Marktanforderungen erfüllen und dem Trend Rechnung tragen, Ressourcen effizienter einzusetzen. Gewichtseinsparungen sind ein wirksames Mittel, um die Kraftstoffeffizienz von Fahrzeugen zu verbessern und deren Emissionen zu verringern oder die Reichweite von Elektroautos zu erhöhen. Leichtbauwerkstoffe wie z.B. Composite Verbundwerkstoffe aus Carbon- oder Glasfaser verstärkten Polymeren (CFK oder GFK) ersetzen zunehmend Stahl als Hauptwerkstoff bei Automobilteilen. Durch den Einsatz von Composites lassen sich bei gleichen oder sogar höheren Festigkeits- und Steifigkeitswerten bis zu 75% des ursprünglichen Gewichts einsparen. Auf den Kraftstoffverbrauch umgerechnet entspricht dies einer Einsparung von bis zu 25%.

Die Verwendung alternativer Substrate erfordert jedoch auch die Entwicklung neuer Verbindungstechnologien. DYNACOLL®-Polyester, die als Hauptrohstoff für die Herstellung von reaktiven PU-Schmelzklebstoffen verwendet werden, tragen zum Verkleben von alternativen, leichteren Substraten in der Automobilindustrie bei.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, werden in der Industrie unterschiedliche Klebstoffsysteme verwendet. Bei hohen Temperaturen ausgehärtete Einkomponenten-Epoxidharzklebstoffe sind Stand der Technik für das strukturelle Verkleben von Stahl, bieten jedoch keine ausreichende Dehnung für den Einsatz bei CFK-Verbundwerkstoffen, um die unterschiedlichen Temperatursdehnungskoeffizienten der eingesetzten Materialien auszugleichen. Um dieses Problem zu beheben, wurden Polyurethansysteme im großen Maßstab angewandt. Flüssige Zweikomponenten-Polyurethansysteme erzeugen Verklebungen mit hoher Scherfestigkeit und Dehnung, jedoch geringer Anfangsfestigkeit. Der Einsatz von Wärme bzw. Katalysatoren zur Beschleunigung der Reaktion und Bildung ausreichender Handhabungsfestigkeit ist wirksam, führt jedoch zu komplexeren Prozessen.

Eine weitere Option besteht in der Verwendung von einkomponentigen Polyurethan-Schmelzklebstoffen, die aufgrund ihrer Schmelzklebstoffeigenschaften eine hohe Anfangsfestigkeit aufweisen und dank der nachfolgenden Reaktion mit Wasser wärmebeständig sind.

weiter auf Seite 36 ►



Einzigartige Eigenschaften von DYNACOLL® für 2 K PU Hotmelts

- Modulares System amorpher, flüssiger und kristalliner DYNACOLL® Polyester-Polyole
- Maßgeschneiderte lineare und verzweigte Typen
- Gute Haftung auf unterschiedlichen Substraten
- Physikalisches Abbinden durch die Schmelzklebstoff-Eigenschaft
- Vernetzungsreaktion unabhängig von Feuchtigkeit
- Hohe Dehnung und Kohäsionsfestigkeit

Ihr Nutzen

- Hohe Handhabungsfestigkeit und kurze Zykluszeiten
- Robustes Verfahren, da eine Beschleunigung durch Katalyse entfällt
- Breiter Anwendungsbereich für Mischwerkstoffe
- Keine Haftvermittler erforderlich
- Vollständiges Aushärten dicker Klebstoffugen
- Beständig bei Temperaturänderungen (Δa)

Neue modifizierte Polyester für zweikomponentige PU-Schmelzklebstoffe

Polyestereigenschaften	Tg [°C]	Tm [°C]	F	OH-Zahl [mg KOH/g]
DYNACOLL® EP 415.08	45	-	2	70
DYNACOLL® EP 412.01	25	-	2	50
DYNACOLL® EP 423.02	-30	-	3	100
DYNACOLL® 7360	-60	55	2	30
DYNACOLL® 7362	-60	55	2	50

Tg: Glasübergangstemperatur
Tm: Schmelztemperatur
F: Funktionalität

Eigenschaften der Klebstoff-Formulierungen

Klebstoffeigenschaften	PU-HM 1	PU-HM 2
Zugfestigkeit* [MPa]	15	22
Reissdehnung* [%]	240	160
Offene Zeit [sek]	510	190
Handhabungsfestigkeit (0,3 MPa) [min]	30	≤ 5
Zugscherfestigkeit CFK [MPa·s]	11	14

Zusammensetzung der Modellformulierungen

PU-HM 1: DYNACOLL® EP 412.01, EP 423.02 und 7362, MDI, Füllstoffe;

PU-HM 2: DYNACOLL® EP 415.08, EP 423.02 und 7360, MDI, Füllstoffe

*nach 7 Tagen – Klebstoffdicke 2 mm

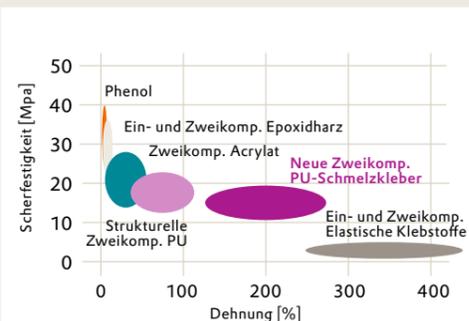
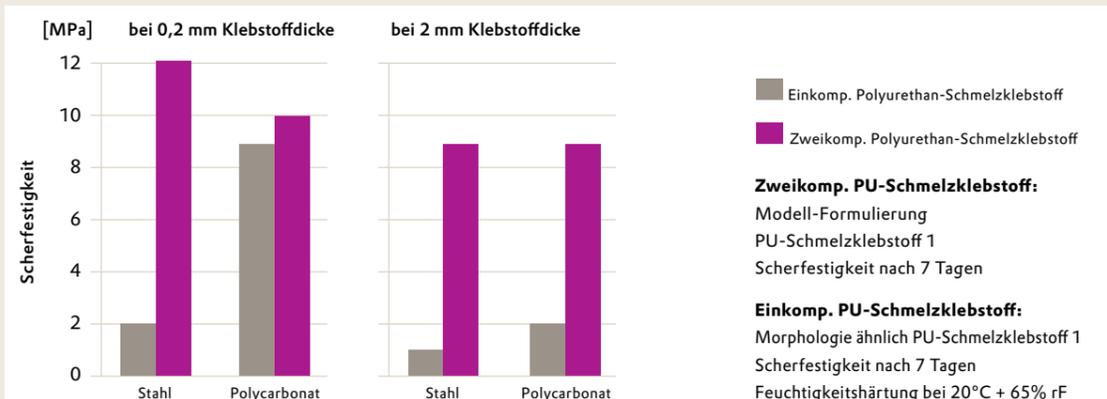


Abbildung 1: Performancevergleich unterschiedlicher Klebstoffsysteme: Dehnung und Zugscherfestigkeit



■ Einkomp. Polyurethan-Schmelzklebstoff
■ Zweikomp. Polyurethan-Schmelzklebstoff

Zweikomp. PU-Schmelzklebstoff:

Modell-Formulierung
PU-Schmelzklebstoff 1
Scherfestigkeit nach 7 Tagen

Einkomp. PU-Schmelzklebstoff:

Morphologie ähnlich PU-Schmelzklebstoff 1
Scherfestigkeit nach 7 Tagen
Feuchtigkeitshärtung bei 20°C + 65% rF

Abbildung 2:

Leistungsvergleich zwischen Ein- und Zweikomponenten PU-Schmelzklebstoffen bei Stahl und PC unterschiedlicher Klebstoffdicke

Bei einkomponentigen PU-Schmelzklebstoffen wird das Vernetzen durch die Reaktion mit der Luftfeuchtigkeit ermöglicht. Daher spielt die Wasserdiffusion eine wichtige Rolle für die späteren Eigenschaften wie z.B. Kohäsion und die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Je nach Art des Substrats, der Morphologie des Klebstoffs und der Klebstoffdicke steht unterschiedlich viel Wasser für die Vernetzung zur Verfügung, was zu unterschiedlichen Leistungswerten und späteren Eigenschaften führen kann. Da bei der Compositeverklebung relativ dicke Klebefugen aufgetragen werden, um Spalttoleranzen auszugleichen, ist ein feuchtigkeitsunabhängig ausreagierendes Klebstoffsystem bevorzugt. (siehe Abbildung 2)

Evonik hat jüngst einen neuen Ansatz als Ergänzung entwickelt, der die Industrie bei der Formulierung von schnell abbindenden Klebstoffen mit hoher Anfangs- und Kohäsionsfestigkeit unterstützt, die keinen zwingenden Einsatz an Katalysatoren benötigen. Dieser Ansatz besteht aus einem zweikomponentigen (A und B-Komponente) Polyurethan-Schmelzklebstoff, bei dem das physikalische Abbinden durch Erstarrung der Schmelze vor der chemischen Vernetzung erfolgt; dabei ist die A-Komponente eine Polyester-Polyol-Mischung mit Füllstoffen und die B-Komponente ein

Präpolymer auf Basis einer Polyester Mischung und Füllstoffen. Durch den Einsatz neuer linearer und verzweigter DYNACOLL®-Polyester-Polyole kann die Zykluszeit des Arbeitsvorgangs verkürzt werden. Somit wird die Produktivität in der Fahrzeugmontage verbessert. Zweikomponentige PU-Schmelzklebstoffe bieten noch einen weiteren Vorteil, da weder Katalysatoren noch Haftvermittler zur Beschleunigung oder Unterstützung des Haftungsbaus erforderlich sind. Evonik hat das neue Klebstoffkonzept zum Patent angemeldet.

Kontakt: Gabriele Brenner
gabriele.brenner@evonik.com

Technologische Eigenschaften von Wettbewerbssystemen

	Zweikomponente PU Hotmelts	Zweikomponente PU flüssig	Einkomponente Epoxidharz
Aufbau der Anfangsfestigkeit	+	0	-
Robustheit des Systems in der Produktion	+	-	0
Ausgleich unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten	+	+	0
Dehnung	+	+	-
Keine Wärmebehandlung erforderlich	+	+	-
Scherfestigkeit	0	0	+
Handhabung des Klebstoffes bei der Applikation	-	-	+

Neue Formulierung für Zweikomponenten PU-Schmelzklebstoffe:
Komponente A: Mischung aus Polyolen (Polyester und anderen) und Füllstoffen
Komponente B: Isocyanat terminiertes Präpolymer auf Basis von Polyester und Füllstoffen

VESTOPLAST®
 Polymere für Schmelzklebstoffe im Vergleich

Für jede Anwendung gibt es optimierte Klebstoffsysteme. Je nach Anwendung stehen verschiedene Eigenschaften im Vordergrund; diese können die chemisch physikalischen Eigenschaften des Klebstoffs betreffen; sensorische Eigenschaften, wie Aussehen und Geruch; das Verhalten in den jeweiligen Herstellungs- oder Verarbeitungsprozessen und natürlich nicht zuletzt sind kommerzielle Aspekte wichtig. Die Wahl des Basispolymers bestimmt bereits wesentlich die Eigenschaft der Formulierung. Das Basispolymer bestimmt aber auch die Wahl weiterer notwendiger Rohstoffe in der Formulierung, wie z.B. klebrigmachende Harze, Wachse oder Öle und deren notwendigen Mengen (-verhältnisse). Einige der typischen Systeme sind im Nachfolgenden dargestellt.

Metallozene Polyolefine (mPO)

Typische im Markt anzutreffende metallocen katalysierte Polyolefine sind häufig Co-Polymere basierend auf Ethen und Octen oder Ethen und Propen. Die Monomere haben folgende unterschiedliche Auswirkungen auf das Polymer. Propen verleiht dem Polymer Härte bzw. Kristallinität, eine hohe Schmelz- bzw. Erweichungstemperatur und reduziert die offene Zeit. Dies ist in vielen Anwendungen gewünscht. Jedoch wird das Adhäsionsverhalten teilweise negativ beeinflusst und es fehlt die Flexibilität. Das Ethen hingegen flexibilisiert die Polymerketten und trägt zum amorphen Charakter des Polymers bei. Buten bzw. Octen entwickeln wiederum kristalline Strukturen. Mit der Länge des Co-Monomers nehmen sterische Effekte zu, diese verlängern zum einen die zum Kristallisieren benötigte Zeit und somit auch die offene Zeit sowie den Aufbau von Kohäsion, zum anderen werden die Schmelztemperaturen gegenüber einem reinem Polypropylen (PP) reduziert (siehe Abb.1). Diese Effekte müssen in Formulierungen, zum Teil erheblich, kompensiert werden.

Im Vergleich ist VESTOPLAST® ein amorphes und teilweise kristallines Ter-Polymer basierend auf Ethen, Propen und Buten. Es ist vor allem das Buten, das eine Ausgewogenheit von offener Zeit und Kristallinität, sowie Härte und Kohäsion bewirkt. Anschaulich zeigt sich dies in der Schmelztemperatur des Homobutens, welche zwischen der des PP und Polyoctens liegt. Damit einher geht ein erhöhter Wärmestand, bei gleichzeitig hohen adhäsiven Eigenschaften. Das VESTOPLAST® Portfolio bietet Typen an, die erhöhte Erweichungstemperaturen und Wärmestand (*Shear adhesion failure temperature, SAFT*) besitzen. Dies wird durch einen optimierten Einbau von Propen und Buten erreicht.

Die besondere Zusammensetzung von VESTOPLAST® hat einen gravierenden Einfluss auf die Strategie, mit der Formulierer einen Heißschmelzklebstoff herstellen. Mit VESTOPLAST® können polymerreiche Klebstoffe hergestellt werden. Somit ist es möglich mit wenig Formulierungsaufwand für die jeweilige Anwendung optimale Klebstoffe herzustellen. Die Abhängigkeit von zusätzlichen Rohstoffen wie Harzen und Wachsen wird reduziert.

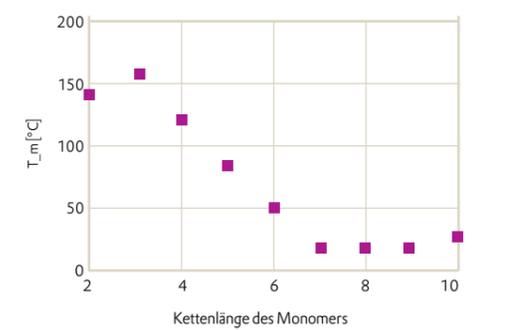


Abbildung 1: Verlauf der Schmelztemperaturen der verschiedenen (homo) Poly-alpha-olefine. Das Maximum liegt bei Polypropen und nimmt stetig ab bis zum Polyocten.



ANWENDUNGSBEISPIEL: VERPACKUNG

Abbildung 2 zeigt den Vergleich zwischen einer typischen mPO-Formulierung im direkten Vergleich mit einer VESTOPLAST® Formulierung. Bei VESTOPLAST® basierten Formulierungen ist sowohl weniger klebrigmachendes Harz erforderlich, um die erforderliche Adhäsion zu erreichen als auch weniger Wachs erforderlich, um eine nukleierende Wirkung auf die kristallinen Dömanen zu erreichen.

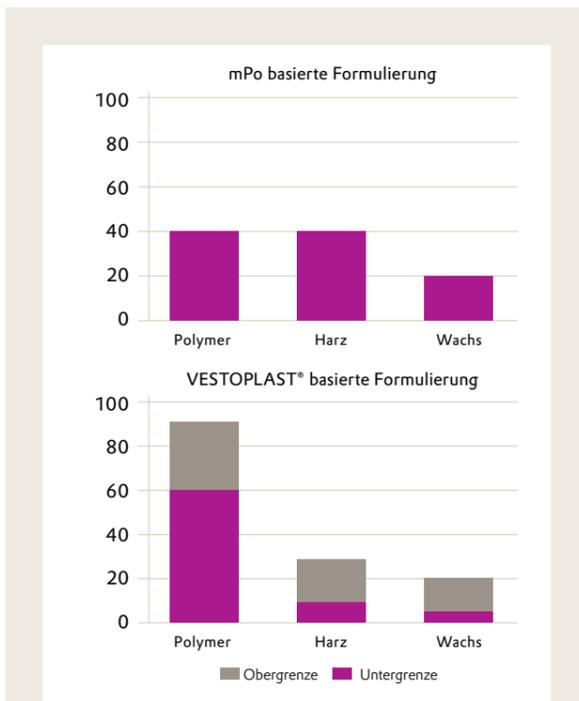


Abbildung 2: Vergleich eines typischen mPO-basierten Verpackungsklebstoffs mit einer Formulierung basierend auf VESTOPLAST® EP V2103

Ethylen-Vinylacetat-Copolymere (EVA)

Ethylen-Vinylacetat-Copolymere sind weit verbreitet und finden sich in nahezu allen Heißschmelzklebstoffanwendungen. Sie zeichnen sich durch ein breites Anwendungsspektrum und geringe Kosten aus. Limitierend wirkt der moderate Erweichungspunkt der Polymere, der den erreichbaren Wärmestand der EVA-basierten Formulierungen im Bereich um die 80°C beschränkt. Die Dichte des Basispolymers liegt bei 0,95 g/cm³. Zusätzlich werden EVA-Klebstoffe oft hochgefüllt, was die Dichte weiter erhöht und deren Ergiebigkeit (sog. *mileage*) reduziert. VESTOPLAST® basierte Heißschmelzklebstoffe hingegen besitzen aufgrund des amorphen Charakters des Basispolymers und seiner geringen Dichte von 0,86 g/cm³ eine hohe Ergiebigkeit, die im Vergleich mit hochgefüllten EVA-Klebstoffen um 1/3 höher liegen kann. Ein weiterer Vorteil ist der hohe Wärmestand. Hier sind ohne Weiteres Werte von über 100°C erreichbar.

ANWENDUNGSBEISPIEL: PROFILUMMANTELUNG

Polyolefin-Heißschmelzklebstoffe sind für alle Arten von Profilen geeignet, insbesondere für Rohfurniere, Papierfolien, Melaminharz beschichtete Folien (sog. CPL für *continuous pressure laminate*) und natürlich thermoplastische Folien. In Abbildung 3 sind die wesentlichen Unterschiede zwischen EVA und VESTOPLAST® dargestellt.

Wie man erkennen kann, vereint VESTOPLAST® einen hohen Wärmestand in Verbindung mit geringen bis mittleren Viskositäten. Insbesondere bewirken die Formulierungen eine hohe Fugenfestigkeit und sind wasserabweisend.

In der Verarbeitung weisen VESTOPLAST® basierte Formulierungen eine hohe Farbstabilität auf und neigen nur wenig zum Vercracken oder Vergelen. Dies trägt zur hohen Qualität des Endproduktes bei und reduziert in der Produktion den Reinigungsaufwand der Anlagen und Maschinenteile. Ein wesentlicher Vorteil, insbesondere

der ungefüllten, VESTOPLAST® basierten Heißschmelzklebstoffe liegt in der hohen Ergiebigkeit beim Auftrag. Durch die geringe Dichte ergibt sich damit eine um 30% höhere Ergiebigkeit des eingesetzten Klebstoffs.

	Dichte des Basispolymers [g/cm ³]	Dichte typischer Formulierungen [g/cm ³]	Ergiebigkeit [%]	Erweichungspunkt R&K des Basispolymers [°C]	Wärmestand	Wasserbeständigkeit	Geruch & Farbe
VESTOPLAST®	0,86	0,9	133	85 - 160	> 100 °C	+	+
EVA	0,95	1,0	120	ca. 85	80 °C	o	o
EVA gefüllt	-	1,2	100	ca. 85	< 80 °C	o	o

Abbildung 3: Vergleich zwischen VESTOPLAST® und EVA

Blockcopolymer

Styrol-Block-Copolymere (SBC) sind die Basis für Heißschmelz-Haftklebstoffe (*hot melt pressure sensitive adhesives*, HMPSA). Diese sind weit verbreitet in allen Arten von Klebebändern, Etiketten, Laminaten oder Textilverklebungen und oft ist der Übergang zu Dichtanwendungen fließend. Die Eigenschaften der SBC werden durch den Styrol-Endblock und verschiedene Monomere im Mittelblock, der aus Butadien, Isopren oder Ethen/Buten oder Ethen/Propen bestehen kann, bestimmt. SBC basierte Formulierungen sind dauerklebrig, was sie für Haftklebstoffe und Anwendungen im Tieftemperaturbereich prädestiniert. Das Besondere dabei ist die Existenz von zwei verschiedenen Glasübergangstemperaturen, zum einen von der des Mittelblocks im Bereich von -50 °C bis -90°C und zum anderen der des Styrols, bei ca. 100°C. Um SBC-basierte Formulierungen zu verarbeiten sind daher mindestens Temperaturen von 100°C nötig, d.h. die Applikationstemperatur wird durch den Glasübergang des Styrols nach unten limitiert. Die Formulierungen enthalten typisch große Mengen klebrigmachender Harze, die oft den Hauptteil der Formulierung ausmachen, sowie Öle, teilweise auch

Wachse und Füllstoffe. Der Polymeranteil liegt typisch nur bei 15-30%. Mit wachsendem Anteil der niedermolekularen Bestandteile werden Eigenschaften wie etwa der maximale Wärmestand oder die Scherbeständigkeit beschränkt.

ANWENDUNGSBEISPIEL: HYGIENE

Insbesondere bei der Verklebung von Windeln, im Außenbereich oder bei der Konstruktion, finden SBC-basierte Heißschmelzklebstoffe eine große Anwendung. In den letzten Jahren haben sich allerdings auch immer mehr Alternativen wie amorphe Poly-alpha-olefine (APAO) als Rohstoff durchgesetzt. Mit dem neuen VESTOPLAST® EP V2094 wurde ein Produkt entwickelt, das exakt auf die Bedürfnisse der Hygieneindustrie eingeht. Detailliertere Informationen sowie Testergebnisse finde Sie in dem Artikel "VESTOPLAST®: Verbesserte Heißschmelzklebstoffe durch Innovation" auf Seite 22 in diesem Journal.

Kontakt: Dr. André Ebberts
andre.ebberts@evonik.com

EVONIK INDUSTRIES AG

Rellinghauser Straße 1-11

45128 Essen

Deutschland

adhesives@evonik.com

www.evonik.com/adhesives-sealants

® =ist eine registrierte Marke der Evonik Industries AG oder einer ihrer Tochtergesellschaften.

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.