

## SILANMODIFIZIERTE KLEB- UND DICHTSTOFFE

# Neue Polymere mit flexiblem Rückgrat

Silanmodifizierte Polymere haben sich schon lange einen Namen gemacht und ihre Leistungsfähigkeit bei der Lösung von Kleb- und Dichtaufgaben in verschiedensten Industriebereichen unter Beweis gestellt. Dass es dennoch ein Verbesserungspotenzial gibt, beweist eine neue Klasse silanmodifizierter Polymere, die durch die Varianz ihrer Polymerstruktur besteht.

MELANIE ROESSING, BASTIAN BRUGGER

**S**ilanmodifizierte Polymere werden seit Ende der 80er Jahre in Europa zum Formulieren von Dichtstoffen eingesetzt. Die wesentlichen Vorteile derartiger Polymere lassen sich damit beschreiben, dass sie die positiven Eigenschaften von Silikonen mit denen der Polyurethane verbinden. Auf silanmodifizierten Polymeren basierende Dichtstoffe haben sich für verschiedenste Anwendungen zum Beispiel im Baubereich oder auch in verschiedenen Industrie- und Transportanwendungen bewährt. Der Markterfolg dieser Produkte beruht auf ihrem besonderen Eigenschaftsprofil. So haften unter Einsatz von silanmodifizierten Polymeren entwickelte Kleb- und Dichtstoffe auf unterschiedlichsten Substraten ohne aufwändige Vorbehandlung, sie härten blasenfrei aus, sind überstreichbar und besitzen insgesamt ein ausgewogenes Eigenschaftsspektrum.

Dass es trotz dieser Vorzüge noch Verbesserungspotenzial gibt, zeigt die im Folgenden beschriebene neue Klasse silanmodifizierter Polymere, die durch ihre einzigartige Varianz des Polymerrückgrats eine Anpassung an eine Vielzahl verschiedenster Anwendungen in

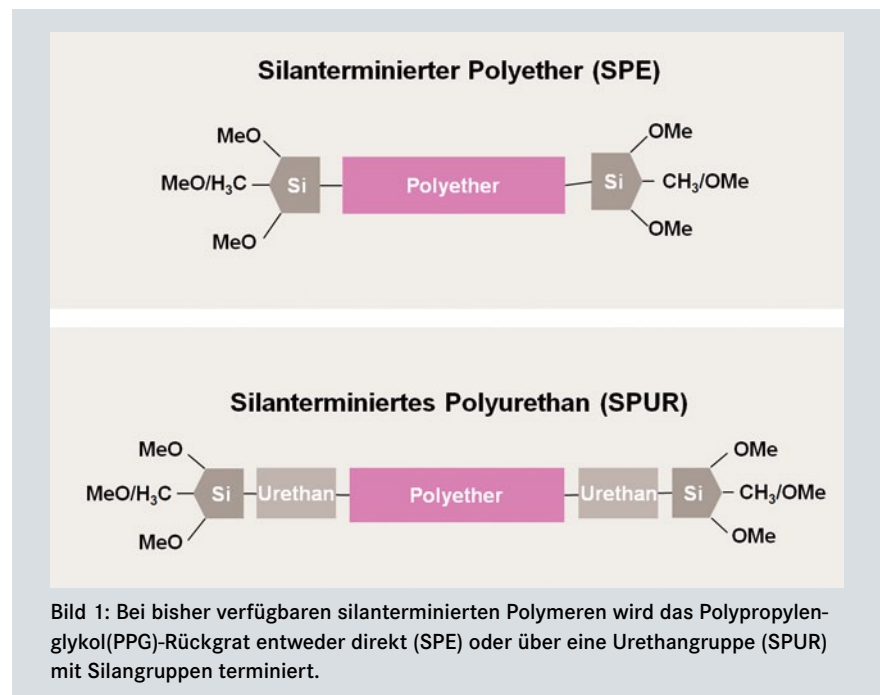
einem deutlich größeren Umfang als bisher erlaubt.

### Hochmolekulare PPGs

Herkömmliche derzeit auf dem Markt erhältliche silanterminierte Polymere basieren meist auf einem hochmolekularen Polypropylenglykol(PPG)-Rückgrat. Aufgrund der Verfügbarkeit hochmolekularer PPGs ist die Bandbreite

möglicher Strukturen, Kettenlängen und Polaritäten stark eingeschränkt. Das PPG-Rückgrat wird entweder direkt (SPE) oder über eine Urethangruppe (SPUR) mit Silangruppen terminiert (Bild 1).

Die Aushärtung der SPE und SPUR Polymere erfolgt bei Raumtemperatur durch Luftfeuchte und in der Regel unter Nutzung eines geeigneten Katalysa-



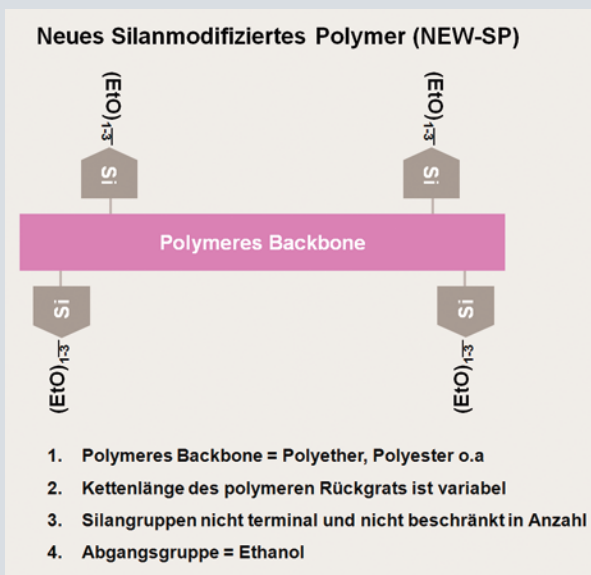
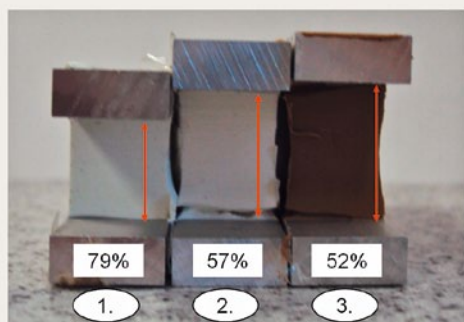


Bild 2: Schematische Darstellung des neuartigen silanmodifizierten Polymers



**Methode:**

Die H-Prüfkörper wurden in 10 Testzyklen geprüft.  
 Die H-Prüfkörper werden in einem Zyklus um 60% für jeweils 30s gedehnt.  
 Nach 10 Zyklen werden die H-Prüfkörper für 30 Minuten gelagert und die Rückstellung vermessen.

1. NEW-SP Technologie
2. SPE Technologie
3. SPUR Technologie

Bild 3: Rückstellvermögen der verschiedenen Technologien im Vergleich

tors. Während der Vernetzung wird zu meist Methanol freigesetzt.

**Zusätzliche Funktionalitäten**

Die neu entwickelten silanmodifizierten Polymere – hier kurz NEW-SP genannt – werden nach einem speziellen patentrechtlich geschützten Verfahren hergestellt. Dieses Verfahren ermöglicht es, baukastenartig zusätzliche Funktionalitäten in das Polymerrückgrat einzubauen, so dass völlig neue physikalische

Polymereigenschaften entstehen. Zusätzlich ist das Molekulargewicht des Polymerrückgrats über einen weiten Bereich einstellbar.

Desweiteren erfolgt der Einbau der Silanfunktionalität nicht terminal, sondern gezielt seitenständig verteilt über die Polymerkette. Somit ist es möglich, mehrere Vernetzungseinheiten pro Molekül einzubauen und damit die Vernetzungsdichte und die Polarität der Strukturen zu steuern. Die Aushärtung dieser

Polymere erfolgt ebenfalls durch Luftfeuchte und in der Regel durch Einsatz eines Katalysators bei Raumtemperatur. Bei der Aushärtung wird jedoch kein giftiges Methanol, sondern ausschließlich Ethanol abgespalten (Bild 2).

**Vorteile der NEW-SPs**

Die folgenden drei wichtigsten Eigenschaften der NEW-SPs verdeutlichen die breiten Einsatzmöglichkeiten, die sich für verschiedenste Anwendungen in den Bereichen Bau, Transport/Automobil und anderen Industrie ergeben:

**1. Verbesserung des Rückstellvermögens:**

Durch den veränderten Molekülaufbau ist es möglich, das Rückstellvermögen im Vergleich zu marktüblichen Produkten deutlich zu verbessern (Bild 3).

Die geforderte Rückstellung von >70 Prozent gemäß ISO 11600 ist mit den NEW-SPs problemlos ohne komplizierte Formulierungselemente zu erreichen. Außerdem können durch die Nutzung der neuen Technologie beispielsweise Dichtstoffe für Baufugen mit einem attraktiven Kosten-Nutzen-Verhältnis hergestellt werden.

Die besonders gute Rückstellkraft der NEW-SPs lässt sich durch die zuvor beschriebene gezielte Verteilung der Silaneinheiten über das Molekül erklären. Dadurch entsteht ein gleichmäßig verknüpftes Netzwerk ohne freie, nicht-vernetzte Polymerketten. Somit wird das sonst häufig auftretende Fließen der ausgehärteten Formulierung auf Basis von SPE und SPUR Technologien vermieden.

**2. Vollständige Aushärtung in dicken Schichten und Flächenverklebungen:**

Ein weiteres wichtiges Kriterium feuchtehärtender Polymere ist die Hautbildezeit bzw. Durchhärtung der Produkte.

Die Hautbildezeiten der NEW-SPs liegen nach heutigem Stand im Bereich marktgängiger SPE und SPUR Technologien. Grundsätzlich lässt sich aber die

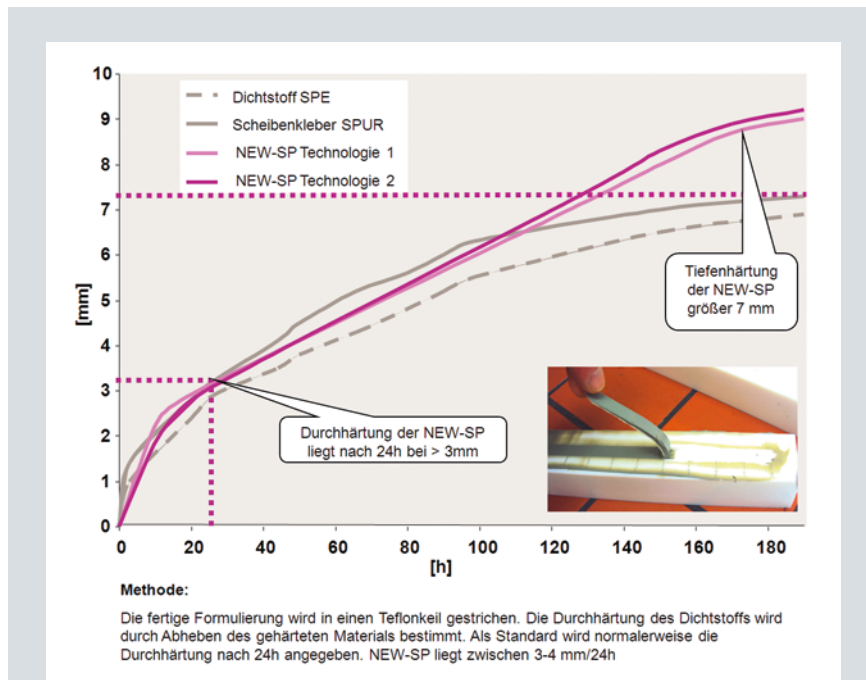


Bild 4: Durchhärtungsverhalten der neuen silanmodifizierten Polymere im Vergleich zu herkömmlichen Formulierungen

In Laborprüfungen ließ sich nachweisen, dass eine Durchhärtung der NEW-SPs von mindestens 9,5 mm möglich ist und somit zukünftig breitere sowie tiefere Fugen als bisher gefüllt werden können. Diese Verbesserung sorgt für die zuverlässige Durchhärtung des Kleb- und Dichtmaterials und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Qualität und Belastbarkeit der Fuge.

Desweiteren wird auch die Verklebung von größeren Flächen möglich, da bei Verwendung dieses Polymers eine vollständige Vernetzung gewährleistet ist und sich so auch die volle Endfestigkeit ausbildet. Hier gab es bisher Probleme, da die Durchhärtung des Polymers bis in die Mitte einer Fläche nicht stattfand und somit die Verklebung durch nicht ausgehärtetes Material geschwächt wurde.

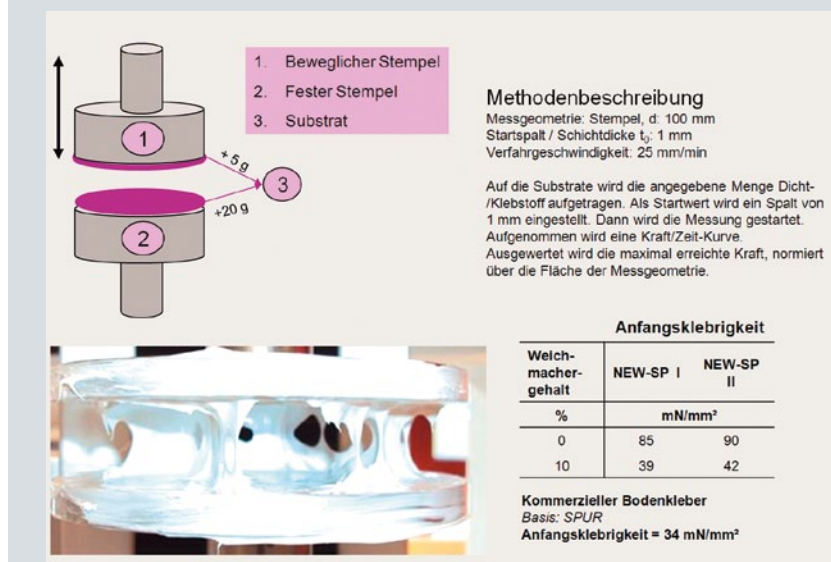


Bild 5: Methode zur Evaluierung der Anfangsklebrigkeit

**3. Gute Anfangsklebrigkeiten für anspruchsvolle Montageanwendungen:** Zusätzlich zu den zuvor genannten Eigenschaften ist es dank der hohen Varianz im Polymerrückgrat möglich, die Anfangsklebrigkeit der Polymere zu verbessern.

Dabei bleibt zu berücksichtigen, dass in diesem Fall die Eigenschaften des Polymerrückgrats an die zu verklebenden Substrate angepasst werden müssen. Dies geschieht durch geschickte Modifizierung des Polymerrückgrats mit Hinblick auf seine Kristallinität und Polarität. Durch das bereits angesprochene Baukastenprinzip der NEW-SPs eröffnen sich an dieser Stelle sehr viele unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. So erstreckt sich der Einsatz der neuen Technologie von Klebstoffen für Fußböden über den Leichtbau im Automobil- und Transportwesen bis hin zu neuartigen Designelementen im Baubereich. Insbesondere die Verklebung bzw. Abdichtung unterschiedlicher Materialien wird durch die neuen Polymere ermöglicht und eröffnet somit dem Endanwender der Dicht- bzw. Klebstoff-

Schnelligkeit der Hautbildung auch durch gutes Formulierungswissen einstellen. Bezüglich der Durchhärtung heben sich die NEW-SPs hingegen deutlich von den herkömmlichen Produkten ab.

Bei Verwendung herkömmlicher SPEs und SPURs bestand bisher häufig

das Problem, dass sich die Durchhärtung von dicken Schichten (etwa ab 7 mm) aufgrund der schlechten Penetration von Wasser stark verlangsamt. Dieses Problem wurde gelöst, so dass jetzt mit den NEW-SPs eine verbesserte Tiefenhärtung erreichbar ist (Bild 4).

formulierung eine deutlich erweiterte Designfreiheit.

Zur Evaluierung der Anfangsklebrigkeit der NEW-SPs wurde auf Formulierungen für Anwendungen im Bereich Fußbodenklebstoffen zurückgegriffen. Verglichen wurden die NEW-SPs in relevanten Formulierungen mit einem kommerziell erhältlichen System auf SPUR Basis (Bild 5). Die Untersuchungen ergaben, dass um 20 Prozent höhere Anfangsklebrigkeiten erzielbar sind.

Weiterhin zeigten die durchgeführten Laborarbeiten, dass die Formulierung von Dicht- und Klebstoffen mit einer hohen Anfangsklebrigkeit bei anschließender guter Festigkeit des gehärteten Polymers grundsätzlich sehr gut möglich ist. In entsprechenden Formulierungen sind Festigkeiten von größer als 3 N/mm<sup>2</sup> erreichbar.

### Zusammenfassung

Die besonders flexible Anpassungsfähigkeit des Polymerrückgrats der vorge-

stellten neuen silanmodifizierten Polymere ermöglicht unter anderem die Einstellung der Eigenschaften Anfangsklebrigkeit, Rückstellung und Durchhärtung auf die unterschiedlichen Anforderungen an Dicht- und Klebstoffe in Bau-, Transport-, Automobil- und Industrieanwendungen.

So zielen das ausgezeichnete Durchhärteverhalten und die hohe Anfangsklebrigkeit der neuen Polymere darauf ab, den Forderungen nach weiter steigenden Taktzeiten und verbesserter Produktivität in Automobil- und Transportanwendungen gerecht zu werden.

Dies gilt auch für die immer größere Nachfrage nach der Verklebung verschiedener Materialien. NEW-SPs machen dies problemlos möglich, wodurch sich eine große Designfreiheit für die Bereiche Leichtbau und zum Beispiel energieeffizientes und modernes Wohnen eröffnet. Kombinationen aus Metallen und Kunststoff oder Metallen und GFK lassen sich ebenso realisieren wie

die Verbindung von Metallen mit hydrophilen mineralischen Untergründen.

Mit den neuen Polymeren formulierte Dicht- und Klebstoffe zeichnen sich schließlich durch verbesserte Festigkeiten aus, die in einem Bereich liegen, der bisher von Polyurethanklebdichtstoffen abgedeckt wurde. ■

### Die Autoren

Melanie Roessing  
(melanie.roessing@evonik.com,  
Tel.: 0201/ 173-2036) und  
Dr. Bastian Brugger  
(bastian.brugger@evonik.com,  
Tel.: 0201/ 173-2259)  
sind als Marketing Managerin bzw. als  
Technical Manager in der Business  
Unit Consumer Specialties der Evonik  
Goldschmidt GmbH tätig.

alles dreht sich um den Leichtbau: **lightweightdesign**

**lightweightdesign**  
– die Fachzeitschrift  
für den Leichtbau  
bewegter Massen.

Leseprobe oder  
Bestellung unter  
[www.lightweight-design.de](http://www.lightweight-design.de)  
oder direkt am Telefon:  
05241 801692

*Dieser Ausgabe liegen je ein Prospekt der Bayern Innovativ GmbH, Nürnberg und Springer Fachmedien GmbH, Wiesbaden, bei. Wir bitten unsere Leserinnen und Leser um Beachtung.*

**Leimauftragsmaschine**  
auch für Öle, Wachse, Lacke...  
Dosierbar 3 g/m<sup>2</sup> bis 400 g/m<sup>2</sup>  
Edelstahl!

300 1300 mm  
0,6-300 mm

**Axel Wirth Maschinen GmbH**  
D-73447 Oberkochen · Tel. 0049(0)7364/8580 · Fax 6457  
Internet: [www.axel-wirth-maschinen.de](http://www.axel-wirth-maschinen.de)  
e-Mail: [info@axel-wirth-maschinen.de](mailto:info@axel-wirth-maschinen.de)

LIGNA HANNOVER 30.05.-03.06.2011 Halle 11, Stand A51