

Produkte für die IsolierglASFertigung

Intelligente Dichtstoffsysteme

Dr. Martina Hüber

Wie sieht der Dichtstoff der Zukunft aus? Für die Chemetall GmbH ist es keine Frage, daß dies ein elastischer Dichtstoff auf Polysulfid (Thiokol)-Basis sein wird. Eine Begründung sieht der Hersteller in den erzielbaren End-eigenschaften und in den ver-arbeitungstechnischen Vorteilen.

Mit der „Naftotherm“-Produktpalette wurde ein intelligentes Dichtstoff-system entwickelt, das in seinen Eigenschaften darauf abgestimmt ist, über die Anforderungen der Normen hinaus unterschiedlichsten Belastungen langfristig Stand zu halten.

Die Kombination Primärdichtstoff „Naftotherm BU-S“ mit seinen niedrigen Wasserdampf- und Gasdiffusions-raten und Sekundärdichtstoff „Naftotherm M82“ bildet ein in seiner Integrität geschütztes und auf die jeweili-gen Anforderungen abgestimmtes System.

In der Entwicklung von „Naftotherm BU-TPS“ spiegelt sich der Trend der Zeit: Eine einfach handhabbare Systemlösung, die Dichtstoff- und Abstandhalterfunktion in einem ver-körpert und verarbeitungstechnisch hochproduktiv ist. Und das alles mit den Zusatznutzen, u. a. einen um bis zu 50 % verringerten Wärmeverlust im Randbereich aufzuweisen und optisch ansprechend die Farbe des Fensterrahmens zu reflektieren.

Eigenschaften bei langfristiger Belastung

Wie „gut“ ein Dichtstoffsystem wirk-lich ist, zeigt sich dann, wenn die Isolierglaseinheit langfristig Belastun-gen ausgesetzt ist. Ganz wesentlich wird die Belastungstoleranz eines Dichtstoffsystems durch seine mate-rialimmanente Funktionalität be-stimmt. Wir verstehen darunter die Fähigkeit eines Dichtstoffes, auf die

Isolierglaseinheit einwirkende Span-nungen und Kräfte abzapuffern und diese auszugleichen. „Intelligent“ ist der Dichtstoff dann, wenn er funkti-onsübergreifend auch noch andere Aufgaben wahrnehmen kann. Faktisch heißt dies z. B., bei der Fertigung einer Isolierglaseinheit auftretende Toleranzen des Primärdichtstoffes auszugleichen oder kompatibel mit anderen Funktionen einer Isolierglas-einheit wie Beschichtungen oder einer Verbundverglasung zu sein.

Eine gute Haftung an Glas ist bei „Naftotherm M82“ ein wesentlicher Aspekt. Aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung „klebt“ das Produkt nicht an der Glasoberfläche, sondern „haftet“, indem eine dauerhafte chemische Bindung zur Glasoberfläche aufgebaut wird. Insbesondere dann, wenn eine Isolierglaseinheit mechani-schen Belastungen ausgesetzt ist, ist eine stabile Bindung zur Grenzfläche essentiell.

Die Hauptaufgabe eines Primär-dichtstoffes auf Polyisobutylen-Basis ist es, das Eindringen von Feuchtig-keit und Austreten eines Funktions-füllgases, wie z. B. Argon oder Schwefelhexafluorid, zu verhindern.

Durch eine zu hohe Belastung kann die Butyl-Schicht beschädigt werden. Wenn sich durch starkes Aufdehnen z. B. Risse und Kanäle gebildet haben sollten, kann Wasserdampf ungehin-dert in den Scheibeninnenraum ein-

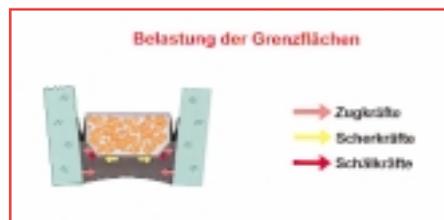


Bild 1: Auf den Randverbund wirkende Kräfte

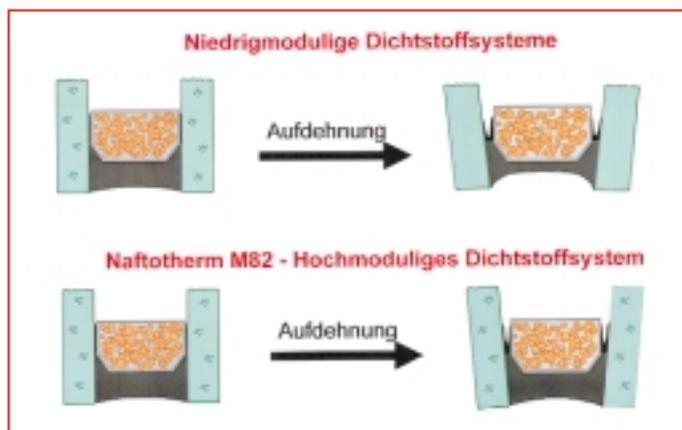
und Gas austreten. Ein vorzeitiger Scheibenausfall ist die Folge. Stellt man sich, wie in Bild 1 dargestellt, die Kräfte vor, die auf einen Randverbund einwirken, wird dies plausibel.

Ein weicher – niedrig moduliger – Sekundärdichtstoff gibt der äußeren Belastung nach, indem er sich stark verformt. Dies wirkt sich wiederum direkt auf den Randverbund aus (siehe Bild 2, oben).

„Naftotherm M82“ zeigt gerade unter mechanischer Belastung eine sehr gute Performance. Hier kommen die hochmoduligen Eigenschaften des Produkts voll zum Tragen. Der „Naftotherm“-Sekundärdichtstoff ist, wie in Bild 2 schematisch dargestellt, in hohem Maße resistent gegenüber solchen Belastungen. Seine Funktio-nalität bleibt daher erhalten.

Das Produkt zeigt aufgrund seiner höheren Eigenfestigkeit sehr gute Zug-, Dehn- und Rückstelleigenschaf-ten; zudem besitzt „Naftotherm M82“ ein sehr geringes Quellvermögen unter

Bild 2: Aufdehnung des Randverbund im Vergleich



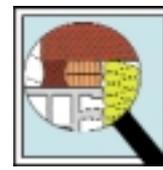
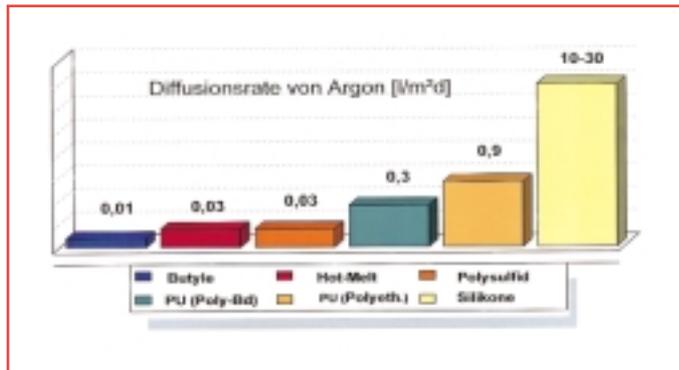


Bild 3: Diffusionsrate von Argon (l/m^2d) für unterschiedliche Polymersysteme



Einwirken von Feuchtigkeit. Die Lebensdauer einer Isolierglaseinheit wird so direkt positiv beeinflusst.

Der Dichtstoff ist in der Lage, aufgrund seiner geringen Wasserdampfdurchlässigkeit und sehr niedrigen Gasdiffusionsrate durch Fertigungstoleranzen beim Verarbeiter möglicherweise entstandene Funktionalitätsdefizite auszugleichen. So ist z. B. die Gasdiffusion von effizienten Funktionsgasen, wie z. B. Argon, Krypton oder Xenon, um mehrere Zehnerpotenzen besser als dies für andere Dichtstoffpolymere der Fall ist. Bild 3 gibt einen Überblick.

Nach wie vor grundsätzliche Voraussetzung für eine gute Performance und Langlebigkeit der Isolierglaseinheit ist eine einwandfreie Isolierglasproduktion einerseits, ebenso wie ein dem Stand der Technik entsprechende Verglasung andererseits. So sollte die Verpressung des Primärdichtstoffs zwischen Glas und Abstandhalter ca. 0,3 – 0,4 mm stark sein, um die Gasdiffusion zu minimieren. Der Sekundärdichtstoff muß eine ausreichende Überdeckung des Abstandhalterrückens aufweisen (≥ 4 mm bei gasgefüllten Standard-Scheiben), um eine optimale Performance auch bei extremer äußerer Belastung zu gewährleisten. Wie eine Feder wird der Randverbund – je nach Belastung – gedehnt oder gepreßt. Deshalb ist es unbedingt erforderlich, die geforderte Mindestdicke – gerade auch im Hinblick auf die maschinelle Toleranzbreite – nicht zu unterschreiten.

Wenn aufgrund des hohen Preisdrecks und sinkender Margen in der Isolierglasherstellung aber gerade in

diesem Bereich wörtlich „gespart“ wird, dann fallen vorzeitige Scheibenausfälle unter die Kategorie kalkulierbares Risiko. Dieses steigt in Abhängigkeit von der Summe der Toleranzen der beteiligten Einzelsysteme und des Gesamtsystems Fenster.

Dies könnte z. B. ein Grund dafür sein, warum in gewissen Regionen an Holzfenstern ein Anstieg an vorzeitigen Scheibenausfällen in nicht korrekten Verglasungen zu beobachten ist. Dabei gelten nach wie vor die in der ift-Studie „Alterungsverhalten von Mehrscheiben-Isolierglas“ von 1984 beschriebenen Erkenntnisse, bei deren Beachtung vorzeitige Ausfälle zu vermeiden sind.

Die augenscheinlich einfache Fragestellung, wie dem zukünftig entgegenzuwirken ist, förderte eine sehr facettenreiche Problematik zutage. In einer sogenannten „mind map“-Problemlösungsstrukturierung hat Chemetall die Hauptfaktoren aufgelistet, die in einem Isolierglassystem zusammenwirken und Einfluß auf den Randverbund ausüben. Aufgrund dieser komplexen Wechselwirkungen dürfen Einzelkomponenten nicht gelöst voneinander betrachtet werden. Bei Änderung oder Optimierung einzelner Komponenten muß die Auswirkung auf das System als Ganzes beachtet werden. Eine umfassende Darstellung dieser Thematik wird demnächst publiziert werden.

Eine Sparpolitik am Randverbund verfolgen, heißt ganz klar auf Funktionalität und Systemkompetenz zu verzichten. Stellt man die Kosten des Randverbundes einmal in ein Verhältnis zu den Gesamtkosten eines Fensters, so ist dies ein relativ kleiner Anteil von ca. 10 %. Dennoch steht und fällt die Funktionalität eines Fensters mit dem Randverbund, einer korrekten Verarbeitung sowie Verglasung.

Einfaches Handling

Aus verarbeitungstechnischer Sicht zeigt „Naftotherm“ entscheidende Vorteile gegenüber anderen Dichtstoffsystemen.

Ein Mischungsverhältnis von 100:10 läßt eine unkomplizierte Dosierung von A- und B-Teil zu. Innerhalb der Toleranzbreite des Mischungsverhältnisses von ± 20 % (d. h. 100:8 – 100:12) besitzt der Dichtstoff unveränderte Eigenschaften. Erst eine extreme Über- oder Unterdosierung des Härters, d. h. über die Toleranzgrenzen hinaus, führt zum Erreichen unerwünschter Nebeneffekte.

Produktionsunterbrechungen gestalten sich viel weniger kritisch als bei anderen Dichtstoffen. Schließlich sind hierdurch erhebliche Materialeinsparungen verbunden.

Aufgrund der praxisgerechten Verarbeitungseigenschaften ist eine Anpassung an jede Produktionssituation möglich. „Naftotherm M82“ besitzt eine sehr gute Durchhärtecharakteristik, so daß frisch produzierte Isolierglaseinheiten bereits nach kürzester Zeit versandbereit sein können.

Ein weiterer praktischer Vorteil ist die schnelle Klebfreiheit. Andere Dichtstoffe bleiben lange Zeit klebrig und hinterlassen beim weiteren Handhaben Klebspuren an Böcken etc. oder binden Schmutz an.

Grundlegende Voraussetzung für eine effiziente Verarbeitung sind saubere Mischer. Mit dem Reiniger „Naftosolv N“ lassen sich „Naftotherm“-Reste leicht aus dem Mischer entfernen – selbst ausgehärtete. Ein Ausbrennen der ausgehärteten Dichtstoff-Reste, wie dies für andere Dichtstoffe der Fall ist, ist nicht erforderlich.

Abstandhalterfreier organischer Randverbund

Das Thermoplastische System „Naftotherm BU-TPS“ ist eine Entwicklung, die dem Isolierglashersteller völlig neue Perspektiven eröffnet. Gerade in einer Zeit, in der kaum eine neue Fassade ohne Glaselemente gestaltet wird, kann mit TPS erstmals ein Randverbund für jede gewünschte

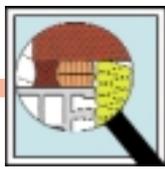


Bild 4: Vergleich von Standard- und TPS-Isolierglas



Bild 5: Beispiel eines gasdichten und UV-stabilen TPS-Randverbund



Fensterform angefertigt werden. Ermöglicht wird dies dadurch, daß auf die starren Metallabstandhalter verzichtet werden kann, da in dem Thermoplastischen Randverbund die Funktionen des Primärdichtstoffes, Abstandhalters und Trocknungsmittels von einem einkomponentigen System erfüllt werden (Bild 4).

Da die Breite der TPS-Schnur frei einstellbar ist, können Scheibenzwischenräume von 1 mm bis 20 mm realisiert werden. Neben den üblichen Zwischenräumen für Isolierglas von 6 mm – 20 mm ist es somit möglich, auch sehr kleine Scheibenzwischenräume für z. B. Verbundglasscheiben mit „Naftolan“-Gießharzen von Chemetall anzufertigen.

Ein optischer Vorteil ist, daß durch den TPS-Randverbund der Blick nicht mehr auf einen metallischen Abstandhalter fällt, vielmehr wird die Farbe des Fensterrahmens reflektiert.

Ein weiteres Plus: Mit TPS und dem Sekundärdichtstoff Silikon können gleichzeitig gasdichte als auch UV-stabile Scheiben hergestellt werden. Ein Beispiel ist in Bild 5 skizziert.

Sicherheit bei erhöhter Produktivität

Für den Isolierglashersteller bedeutet die Fertigung mit TPS eine hohe Automatisierung der Produktion und eine deutliche Steigerung seiner Produktivität. Die üblicherweise durch Abstandhalter und Trocknungsmittel anfallenden zusätzlichen Arbeits-

schritte und erforderlichen Maßnahmen und Schnittstellen (z. B. mehr Personal, umfangreichere Organisation, etc.) sowie weitere Kosten, zu denen z. B. Einkaufsaufwand und Logistik zählen, entfallen. Ebenfalls geringer wird das zu tragende Fehlerrisiko.

Im Falle einer Randaufdehnung der Isolierglaseinheit ergibt sich durch den Ersatz des Metallabstandhalters ein völlig anderes Belastungsmuster der Grenzflächen.

Wie in Bild 6 verdeutlicht, bewirkt eine Randaufdehnung im TPS-Dichtstoffsystem viel weniger Belastungsstreß als in einem herkömmlichen Dichtstoffsystem. Alle mit einer Belastung der Glas- und Abstandhaltergrenzfläche verbundenen Nachteile, auf die bereits weiter oben eingegangen wurde, entfallen. Auch zwischen der Grenzfläche „Naftotherm BU-TPS“ und Sekundärdichtstoff entstehen keine Belastungen.

Im Praxistest wurden die Kompressions- und Elastizitätseigenschaften des Randverbundes überprüft. Sowohl unter mechanischer Belastung (Bild 7) als auch unter Wärmeeinfluß zeigt das TPS-System hervorragende Eigenschaften.

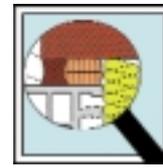
Im Automobilbereich wurden seit Ende der 80er Jahre Seitenscheiben von Fahrzeugen der Luxusklasse nach dem TPS-System mit „Naftotherm M82“



Bild 6: Belastung der Grenzflächen im Naftotherm BU-TPS-System



Bild 7: Mechanische Belastung einer TPS-Isolierglaseinheit im Test



und „Naftotherm BU-T“, einem Vorläufer des heutigen TPS-Dichtstoffes, hergestellt. Bisher traten keinerlei Reklamationen an diesen stark belasteten Scheiben auf.

Energiesparen mit TPS

Im Zuge der neuen Energiesparverordnung hat der TPS – Warm Edge-Randverbund besondere Vorteile zu bieten: Der Wärmedurchgangskoeffizient U_W (W/m^2K) eines Fensters ist gegenüber einem konventionellen Randverbund mit Aluminiumabstandhalter um bis zu 12 % (bei wärmegeämmten Aluminium-Kunststoff-Verbundprofilen und Dreifachaufbauten)

verringert. Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient des Randbereiches Ψ (W/mK) wird um bis zu 57 % gesenkt. Eine verminderte Kondenswasserbildung ist eine Folge der besseren Wärmedämmeigenschaften. Neben dem energiespartechnischen Aspekt sorgt ein TPS-Randverbund zudem für ein angenehmeres Wohnklima. Durch die bessere Wärmedämmung entsteht weniger Zugluft um die Fensterfläche.

Gerade heute, wo ein Fenster mit immer mehr Funktionalität ausgestattet wird, ist es unabdingbar, daß einzelne Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Bei der Entwicklung der „Naftotherm“-Produktpalette wurde ein Schwerpunkt darauf gelegt, genau

diese Eigenschaften zu erfüllen: „Naftotherm M82“, „BU-S“ und „BU-TPS“ sind absolut lösungsmittelfrei. Dadurch entsteht keine Fogging-Problematik bei Isolierglaseinheiten, die mit Hard- oder Soft-Coatings, wie z. B. Low-E-Beschichtungen, versehen sind.

Durch hydrophobe Easy-to-Clean-Beschichtung oder Lamine auf Gießharzbasis zum Aufbau von Verbundgläsern sowie Verbundsicherheitsgläsern wird die Haftung oder die Dichtstofffunktionalität nicht beeinträchtigt. Mit „Crystal Guard“ und „Naftolan“ stehen solche gegenseitig kompatiblen Komponenten bei Chemetall aus einer Hand zur Verfügung. □