



Wasser im Polyurethan – Widerspruch oder Wirklichkeit

Dipl.-Chem. Renate Marquardt und Dr. Frauke Petry

Einleitung

Spricht man von „wässrigen“ Polyurethanen, so handelt es sich in der Regel um wässrige anionische PU-Dispersionen für Beschichtungen oder Klebstoffe. Hier wird Wasser als Lösungsmittel für die PU-Reaktanden verwendet. Außerdem ist Wasser als gängiges Treibmittel für Polyurethan-Schäume spätestens seit der Diskussion über atmosphärensichädigende Fluorchlorkohlenwasserstoffe bekannt. In beiden Fällen spielt das Wasser eine wichtige Rolle für die Verarbeitung der jeweiligen Polyurethan-Formulierung, ist aber kein Rohstoff, sondern ein Prozess-Additiv.

HydroPUR - das Wasser-Polyurethan

Dr. Frauke Petry



Der Einsatz von Wasser als Rezepturbestandteil für klassische Polyurethan-Elastomere ist in marginalen Anwendungsfällen üblich, beschränkt sich allerdings auf geringe Mengen von bis zu max. 1 Gew.-% und dient der gezielten Bildung von Hartsegmenten in Form von Polyharnstoffen. Durch geeignete Verarbeitungstechnologien kann dabei die CO₂-Bildung weitgehend unterdrückt werden. Höhere Wasseranteile führen allerdings unweigerlich zu mehr CO₂ und damit zu störenden und unerwünschten Blasen im Elastomer.

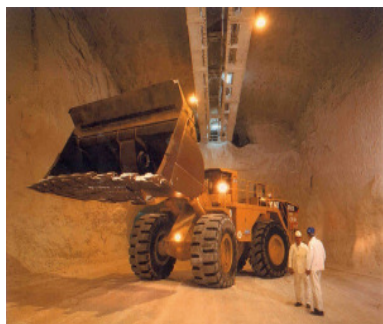
Die von der Firma PURinvent entwickelten wässrigen Polyurethanelastomere unter dem Namen HydroPUR enthalten das Wasser im Gegensatz zu den klassischen Elastomeren als dominierenden Rezepturbestandteil. Hierbei handelt es sich um weiche 2-Komponenten-Kaltgieß-elastomere mit Shore-A-Härten zwischen 5 und 50, bei denen die Komponente A das gesamte Rezepturwasser enthält und die Komponente B nach dem Prinzip der klassischen Quasi-Prepolymere formuliert ist. Je nach Anwendungsfall beträgt der Wasseranteil des Gesamtsystems zwischen 40 und 50 Gew.-%.

Eine derartig hohe Wassermenge im Polyurethan erscheint aus der Sicht des Rezeptierers zunächst chemisch paradox, wenn man das geringe Äquivalentgewicht des Wassers, bezogen auf eine Isocyanatgruppe, betrachtet.

Die HydroPUR-basierten Polyurethane entziehen sich aber dieser klassischen Rezepturstöchiometrie, da da eingebrachte Wasser durch eine spezielle Verfahrensweise zum größten Teil in einer Quellmatrix dauerhaft gebunden ist. Bei der Reaktion der Komponenten A und B wird das Wasser durch diese Art der Maskierung der Umsetzung mit dem Isocyanat entzogen, bis die organischen wasserstoff-aktiven Reaktanden (Polyole

und Amine) mit dem Isocyanat reagiert haben. Das überschüssige Wasser wird überwiegend und irreversibel in Form von beständigen Gelpolstern in die Polymermatrix eingeschlossen und bildet auf diese Weise die gewünschten Weichsegmente, während ein geringerer Wasseranteil mit dem Isocyanat an der Bildung von Polyharnstoff-Hartsegmenten beteiligt ist. Die durch den hohen Wasseranteil unvermeidbare Nebenreaktion der CO₂-Bildung wird durch Überführung in Carbonate abgefangen, indem die Komponente A zu diesem Zweck mit geeigneten basischen CO₂-Absorbieren ausgerüstet ist. Die so gebildeten Carbonate tragen als anorganische Füllstoffe zur gewünschten Endhärte und zur mechanischen Festigkeit des Endproduktes bei. Der Zusatz von Katalysatoren zur Beschleunigung der Polyurethan-Reaktion ist gänzlich überflüssig, da die Komponente A wegen ihres pH-Wertes von 9-12 für die vorgesehenen Anwendungszwecke ausreichend reaktiv ist.

Während die Herstellung der Komponente B im einfachen Mischverfahren bei Normaltemperatur erfolgt, erfordert die Fertigung der A-Komponente eine spezielle Verfahrensweise, um ein stabiles und standfestes Produkt zu erhalten, das die Verarbeitungssicherheit beim Endkunden gewährleistet. Zur Herstellung der A-Komponente, die ebenfalls bei Raumtemperatur erfolgt, kommt es besonders auf die Kenntnis der rheologischen Eigenschaften des Quellmittels, die gezielte Steuerung des Quellprozesses und die zeitlich exakt aufeinander abgestimmte Zugabe der übrigen Inhaltsstoffe an.



Die Verarbeitung beider Fertigungskomponenten A und B erfolgt durch 1 : 1-Vermischung mit einem statischen oder auch dynamischen Mischer im Kaltgießverfahren, wobei die Topfzeiten allein durch die Zusammensetzung der beiden Komponenten variabel gestaltet werden können. Das nach spätestens 48 Stunden vollständig ausgeagerte Elastomer ist ein schnittfestes, blasenfreies und trockenes Material. Das in der Polymermatrix gebundene Wasser ist auch unter extremen mechanischen Belastungen nicht auspressbar. Die mechanisch-physikalischen Eigenschaften sind mit entsprechenden klassischen PU-Elastomeren vergleichbar. Die Temperaturbeständigkeit von HydroPUR erstreckt sich auf den Bereich zwischen ca. -40 °C und +120 °C und liegt damit ebenfalls in den für klassische Polyurethane üblichen Bereich. Allein der Materialschrumpfung kann in offenen Formteilanwendungen bis zu 10 % betragen, so dass je nach Anwendung Beschichtungen oder Versiegelungen eingesetzt werden müssen.

Eine herausragende Eigenschaft der HydroPUR-Systeme ist ihre hohe Brandresistenz. Diese wird ganz ohne den Zusatz klassischer und giftiger Chlor und Phosphor enthaltender Flammenschutzadditive erreicht und erklärt sich über den ungewöhnlich hohen Wassergehalt im Polymermaterial. Im Direktbrenntest nach DIN 22118 wurde HydroPUR daher als schwer entflammbar und damit u. a. als geeignet für die Verwendung im Bergbau klassifiziert.

PURinvent GmbH

Die Firma PURinvent ist eine klassische Familiengründung. Aus der PURinvent Limited hervorgegangen, ist die Firma seit dem Sommer 2007 in Leipzig angesiedelt. Hier wird der neue Werkstoff HydroPUR in einer eigens dafür erstellten Produktionsanlage produziert und europaweit vermarktet. Das hauseigene Entwicklungslabor steht sowohl für die Qualitätskontrolle als auch für Weiterentwicklungen und kundenorientierte Anpassungen zur Verfügung. PURinvent ist seit 2006 mit diversen Gründerpreisen ausgezeichnet worden, u. a. Science4Life Venture Cup 2006, FutureSax Phase II 2008 und Innovationspreis Mitteldeutschland im Cluster Chemie und Kunststoffe 2008.

Anwendungen

HydroPUR-Elastomere sind grundsätzlich dort einsetzbar, wo weiche gummiartige Materialien zur mechanischen Dämpfung/Federung benötigt werden. Spezielle Anwendungen unter dem Namen BiO-Fill Hydro sind z. B. der Pannenschutz von Reifen an Bau- und Arbeitsmaschinen abseits der Straße (off-road). Hierbei werden die Reifen anstatt mit Luft zu 100 % mit dem weichen Polyurethan-Elastomer gefüllt.

Dadurch werden Reifenverletzungen durch Nägel, Krampen, Glas- oder Metallschrott u. ä. bedeutungslos und das Rad kann bis zur vollständigen Abnutzung der Reifendecke ohne Stillstandszeiten weiter betrieben werden. Dies führt zu einer signifikanten Verlängerung des Reifenlebens und erspart den Betreibern dieser Fahrzeuge die mit Reifenpannen verbundenen Materialkosten für Reparatur oder Neureifen, aber auch den sonst unvermeidlichen Mehraufwand für Stillstandszeiten. Dabei sind die Federungseigenschaften der mit Polyurethan gefüllten Reifen mit jenen eines Luftreifens identisch, ganz im Gegensatz zu deutlich härteren Vollgummireifen (auch Superelastikreifen genannt). Durch die PU-Füllung der Reifen erhält man also Räder mit dem Pannenschutz eines Vollgummireifens bei gleichzeitiger Erhaltung der Einfederungs- und Profilcharakteristika eines Luftreifens. Fahrzeuge mit Polyurethan-Pannenschutz können mit Spitzengeschwindigkeiten bis zu 80 km/h betrieben werden, die durchschnittliche Geschwindigkeit liegt in der Praxis aber deutlich unter 30 km/h. Einsatzorte der gefüllten Reifen sind Baustellen, Steinbrüche, Erz- und Edelmetallminen, Schrottplätze, besonders Glasschrottfelder, Mülldeponien, Container-Verladestellen, Berg- und Tagebau, Militär, Rolliertrommeln zur Papieraufbereitung, aber auch City-Bikes, Aufsitz-Rasenmäher, Kinderwagen, Rollstühle, Schubkarren, Bootswagen u. v. m. Für den Einsatz in besonders brandgefährdeten Bereichen (z. B. im Bergbau) ist BiO-Fill Hydro aufgrund seines natürlichen Flammschutzes besonders geeignet.