

Marko Maciej: „Untersuchungen zum Einfluss der Diffusion von Makromolekülen auf die Grenzschichtbildung zwischen Klebschichten und Füge­teilen in Kunststoffklebverbindungen“

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung des Beitrags der Diffusion von Polymeren an den Haftungsmechanismen in Kunststoffklebverbindungen am Beispiel eines reaktiven Modellklebstoffs auf Basis von Polyethylmethacrylat und Poly(St-co-AN)-Füge­teilen. Bisher ordnet die Fachliteratur das Kleben mit Reaktionsklebstoffen als „Adhäsionsklebung“ unter ausschließlicher Beteiligung von Nebenvalenzbindungen zwischen grenzflächennahen Molekülen ein. Ein Beitrag der Diffusion wird nicht beschrieben, obwohl Untersuchungen aus dem Bereich des Kunststoffschweißens das Auftreten derartiger Phänomene in Kunststoffverbindungen vermuten lassen, so dass diesbezüglich Forschungsbedarf zu sehen ist.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen gliedern sich in drei Teilschritte. Im ersten Teil erfolgte, basierend auf Erkenntnissen über die Randbedingungen der Polymerdiffusion, die Auswahl der Füge­teilwerkstoffe und des Modellklebstoffs. Das gewählte System musste zum einen eine hinreichende Berücksichtigung der die Diffusion bestimmenden Parameter Mischbarkeit und Temperatur sowie zum anderen eine ausreichende Analysierbarkeit gewährleisten. Vor diesem Hintergrund wurden Klebverbindungen aus einem Modellklebstoff auf Basis von Polyethylmethacrylat und Füge­teilen aus Poly(St-co-AN) hergestellt und mittels quantitativer Bildanalytik an elektronenmikroskopischen Aufnahmen analysiert.

Im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit erfolgte die Analyse der sich durch die Diffusion von Polymeren ausbildenden Grenzschichten zwischen Füge­teilen und Klebschicht in Abhängigkeit von den Parametern Mischbarkeit und Temperatur. Hierzu wurden Diffusionsexperimente in Abhängigkeit vom Mischungsverhalten der beteiligten Polymere bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt. Im Anschluss erfolgte die Anpassung der experimentell ermittelten Konzentrationsprofile an mathematische Modelle auf Basis der Fick'schen sowie der Typ-II Diffusion.

Der dritte Teil dieser Arbeit befasste sich mit der mechanischen Prüfung der hinsichtlich des Diffusionsverhaltens untersuchten Kunststoffklebverbindungen durch Scherzugversuche bzw. durch einen Keiltest. Hieraus sollten Rückschlüsse über den Einfluss des Grenzschichtaufbaus auf das makroskopische Eigenschaftsbild der Klebungen gewonnen werden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass auf dem Gebiet des Kunststoffklebens auch beim Einsatz reaktiver Klebstoffsysteme Diffusionsprozesse auftreten. Diese führen zu Grenzschichten, deren Ausdehnungen bis zu 300 Nanometern betragen können. Die mathematische Modellierung der experimentell ermittelten Konzentrationsprofile ergab das Vorliegen anomaler Diffusion, welche weder mittels der Fick'schen Gesetze, noch mittels des Typ-II Modells adäquat beschrieben werden kann. Die mechanische Prüfung der Verbindungen brachte keine Erkenntnisse über den Einfluss der Polymerdiffusion auf das Eigenschaftsbild von Kunststoffklebverbindungen, da die hohe Sprödigkeit der Poly(St-co-AN)-Füge­teile Aussagen über die Grenzschichteigenschaften wegen vorzeitigen Füge­teilversagens nicht zuließ.