

## **Energiesparende emissionsfreie Vernetzung von Polydienen für hohe Temperatur- und Alterungsstabilität**

### **1 Ausgangssituation**

Für die Anwendung von Elastomeren z. B. im Bereich „Mobilität“ bestehen zunehmend hohe Anforderungen an die Medien-, Temperatur- und Oxidationsstabilität bei gleichzeitig gutem mechanischen und dynamisch-mechanischen Wertenniveau sowie Lebensdauer. Diese Anforderungen lassen sich durch die klassische Schwefelvernetzung auf Grund der vergleichsweise geringen Bindungsstabilität der Vernetzungsstellen nur auf relativ niedrigem Eigenschaftsniveau erfüllen. Auch der Einsatz von Elastomeren auf Basis von Kautschuken mit gesättigter Hauptkette in Verbindung mit speziellen Vernetzungssystemen z. B. auf Basis von Peroxiden oder reaktiven Harzen ist hier häufig nicht zufriedenstellend. Das physikalische Eigenschaftsbild von schwefelvernetzten Elastomeren zeichnet sich durch hohe Elastizität, hohe Reißdehnung und gute dynamische Beanspruchbarkeit aus. Schwachpunkte liegen dagegen in einer auf Grund der niedrigen Bindungsenergie von S-S und C-S -Bindungen geringen thermischen Beständigkeit und einer daraus resultierenden Veränderung der Netzknoten über längere Zeiträume bei thermischer bzw. dynamischer Belastung. Demgegenüber besitzen Elastomere auf Basis peroxidisch vernetzter Kautschuke insbesondere mit gesättigter Hauptkette wie z. B. HNBR, Silikon, FKM, ACM, EPDM und EVA eine vergleichsweise hohe Temperatur- und Oxidationsstabilität, die auch auf die Mittels Peroxid gebildeten C-C- bzw. C-O-C- Vernetzungsstellen zurückzuführen sind. Mit Peroxid vernetzte Vulkanisate besitzen zudem sehr niedrige Druckverformungsreste. Für eine ausreichend hohe Vernetzungsdichte in Verbindung mit physikalischen Eigenschaften auf einem dem Einsatz angemessenen Niveau sind häufig höhere Anteile an Vernetzungskemikalien notwendig. Nachteilig ist dagegen, dass die Reaktionsprodukte, bestehend aus Ketonen und Aldehyden, häufig reizende und geruchsintensive Stoffe sind sowie die geringe Kautschuklöslichkeit dieser Komponenten wie auch die der Peroxide selbst, zu Ausblühungen und heterogenen Netzwerken mit entsprechender Beeinträchtigung der dynamisch-mechanischen Eigenschaften und der Weiterreißfestigkeit führen. Gerade beim Einsatz moderner Werkstoffe im Automotivbereich, Innenräumen oder im medizinischen Bereich bzw. im Trinkwasser- und Lebensmittelkontakt ist zudem eine Emissionsfreiheit bzw. ein niedriger Migrationswert ausschlaggebend. Ein Restgehalt an nicht umgesetzten Peroxid ist außerdem ein idealer Starter für Alterungsreaktionen. Darüber hinaus besitzen mit Peroxid vernetzte Systeme in der Regel schlechtere dynamische Eigenschaften im Vergleich zu Schwefelsystemen. Aus den genannten Gründen besteht insgesamt ein Interesse an der Entwicklung und Optimierung von neuen Vernetzungssystemen.

### **2 Ziele**

#### **2.1 Technische Ziele**

Ausgehend von den zunehmend hohen Anforderungen an technisch eingesetzte Elastomere hinsichtlich physikalischer Eigenschaften, Lebensdauer, Medien- und Temperaturbeständigkeit sowie Nachhaltigkeit bzw. niedrigen Beitrag zum CO<sub>2</sub>-Footprint ist es das Hauptziel des Vorhabens, ein Vernetzungssystem mit möglichst hoher Vernetzungseffizienz und der Möglichkeit einer kovalenten Füllstoffanbindung auf Basis eines emissionsfreien Additionsmechanismus zu entwickeln, welches dazu beiträgt die o. a. Anforderung an moderne Elasto-

mere optimal zu erfüllen. Teilziele sind eine ausreichend hohe Prozesssicherheit in der Vulkanisation, keine Emissionen aus dem Vulkanisationssystem sowie ein insgesamt hohes Niveau der physikalischen Eigenschaften insbesondere der Lebensdauer bei dynamischer Belastung. Der Anwendungsbereich des Vernetzungssystem liegt prinzipbedingt bei vinylgruppen-haltigen Kautschuken. Hier sollen nach Kundenanforderung speziell entsprechende kommerziell erhältliche BR-, SBR- oder EPDM-Typen verwendet werden. Weiterhin soll das Vernetzungssystem genutzt werden, um speziell modifizierte Silica als Füllstoff an die Polymermatrix ohne Ethanolemission kovalent anzubinden. Letzteres ist ein wesentlicher Aspekt zur Verbesserung von Verschleißverhalten, Festigkeit und Lebensdauer.

## 2.2 Wirtschaftliche Ziele

Wirtschaftlich gesehen, führt ein hocheffizientes Vernetzungssystem zu einer Kostenreduzierung für Rohstoffe und Energie (Heizzeit, Temperatur) bei hoher Produktqualität und zu einer hohen Produktsicherheit und -lebensdauer. Insbesondere die zu erwartende Energieeinsparung (Vulkanisation auch bei Temperaturen von unter 100 °C möglich), ist unter Nachhaltigkeitsaspekten und CO<sub>2</sub>-Footprint-Forderungen aktuell und für die Zukunft ein äußerst wichtiger Parameter.

## 3. Lösungsweg

Unter Berücksichtigung des Zieles wird eine Vernetzung von z. B. Vinyl-BR oder -SBR oder -EPDM über den Mechanismus der Hydrosilylierung angestrebt. Die Bindungsenergien der erzeugten Vernetzungsstellen sind deutlich höher als die einer Schwefelvernetzung, was eine hohe thermische Stabilität erwarten lässt. Voraussetzung für den Mechanismus ist eine ausreichende Konzentration von Vinylgruppen. Als Vernetzer sollen verschiedene kommerziell erhältliche niedermolekulare bifunktionelle Komponenten eingesetzt werden. Das Prinzip und die Einflussparameter wie Vernetzerstruktur (Funktionalität), Vernetzungstemperatur und -zeit, Polymermatrix (Vinylgruppenkonzentration), Vernetzerkonzentration und die Konzentration eines notwendigen Katalysators sollen systematisch durchgeführt werden. Die Einstellung der notwendigen Prozesssicherheit in Form einer ausreichenden Inkubationszeit ist ein weiterer zentraler Schritt im Lösungsweg. Die Ankopplung von modifizierter Silica wird unter Variation der funktionellen Gruppen der Silica im Vergleich zu nicht funktionalisierter Silica untersucht. Aufbauend auf den Ergebnissen der o. a. grundlegenden Untersuchungen sind die Ergebnisse auf praxisnahe Elastomere, welche Mischungsbestandteile wie übliche Weichmacher, Antioxidantien und Verarbeitungshilfsmittel etc. enthalten, zu übertragen. Bezüglich der zu erzielenden physikalischen Eigenschaften liegt der Schwerpunkt auf dynamisch-mechanischen Eigenschaften und Lebensdauer bei dynamischer Belastung.

## 4. Projektorganisation

Das Vorhaben ist als Industriegemeinschaftsprojekt mit einer Laufzeit von 30 Monaten geplant. Die Ergebnisse und Fortschritte der Arbeiten werden in regelmäßigen Sitzungen mit/den Auftraggebern(n) diskutiert und berichtet.

### Kontakt

DIK e. V. Eupener Str. 33 D-30519 Hannover	Prof. Dr. U. Giese Telefon: 0511/8420110 eMail: <a href="mailto:ulrich.giese@DIKkautschuk.de">ulrich.giese@DIKkautschuk.de</a>
--	--