

## Projektauftrag

# Untersuchungen des Potentials geeigneter Polymerverschnittkomponenten auf die thermisch oxidative Alterungsstabilität von Polydienen

## Einleitung und Problemstellung

Elastomerwerkstoffe sind zur Herstellung dynamisch hoch beanspruchter, temperatur- und medienbeständiger Bauteile unabdingbar. Die Lebensdauer von Elastomerbauteilen hängt neben ihrer konstruktiven Auslegung und den bei der Nutzung einwirkenden Lastkollektive und Expositionsbedingungen in hohem Maß von der Materialhomogenität ab. Diese wird durch die Auswahl der Rohstoffe, durch Herstellungsprozesse und durch expositionsbedingte irreversible Materialveränderungen (Alterung) bestimmt. Eine Besonderheit ist der Einsatz von Polymerblends, welche in der Technik häufig genutzt wird, um die positiven Eigenschaften der beteiligten Kautschuktypen möglichst synergistisch zur Eigenschaftsoptimierung zu nutzen. Irreversible funktionslimitierende Materialveränderungen, wie sie z. B. durch die thermisch-oxidative Alterung hervorgerufen werden, hängen einerseits von der Mikrostruktur des Kautschuks (Doppelbindungen, Verzweigungen der Polymerkette, Substituenten bzw. Seitengruppen) und andererseits in der Praxis auch von Mischungsbestandteilen wie insbesondere Alterungsschutzmittel ab, welche z. B. im Fall einiger p-Phenylendiamine (z. B. 6PPD, IPPD) auch kombinatorische Wirkungen gegen Sauerstoff und Ozon besitzen. Insbesondere 6PPD steht allerdings zur Zeit unter ökologischen und toxikologischen Aspekten in der Diskussion. Neben der Verwendung niedermolekularer Alterungsschutzmittels besteht prinzipiell eine weitere Möglichkeit zur Stabilisierung von Elastomeren in der Zugabe eines Polymeren mit höherer oxidativer Stabilität, z. B. mit gesättigter oder entsprechend substituierter Hauptkette. So besteht ein hohes Interesse an umfassenden Kenntnissen über das Alterungsverhalten von Polymerblends. Das Blendverhältnis, die Mischbarkeit und auch die Phasenmorphologie sind für die Alterungseigenschaften entscheidende Parameter, die einen Beitrag zur Reduzierung des Anteils von Alterungsschutzmitteln leisten können. Da die Blendzusammensetzung im Detail auch für den lokalen Sauerstoffverbrauch und die räumliche Verteilung von oxidierten oder thermisch-oxidativ nachvernetzten Bereichen im Material verantwortlich ist, sind entsprechende Auswirkungen unmittelbar auf die Lebensdauer unter dynamischer Belastung auswirken. Letztlich bestimmt das schwächste Glied im Gesamtverbund die Summe der Eigenschaften.

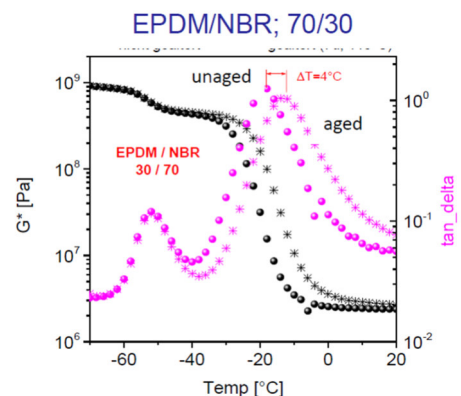


Abb.: Mechan.-dynam. Charakterisierung des Alterungsverhaltens der Phasen eines Elastomerblends.(Projekt ZIM ZF4369801ST6)

## Ziel:

Ziel des Projektes ist es daher ein umfassendes Verständnis für die thermisch oxidative Alterungsstabilität von praxisorientierten Elastomerblends in Abhängigkeit der eingesetzten Kautschuktypen, deren Konzentrationsverhältnisse und der Phasenmorphologie zu erhalten. Weiterhin soll das Potential der Stabilisierung von Elastomeren durch den Einsatz entsprechender Polymere als Verschnittkomponente untersucht werden, um Wege zur Einsparung

bzw. Vermeidung von niedermolekularen und damit migrierenden Alterungsschutzmitteln zu eröffnen. Hierzu ist insgesamt die umfassende Ermittlung der Kinetik und der lokalen Alterungseffekte einzelner Domänen in Kombination mit den Auswirkungen auf das mechanischen und insbesondere das dynamisch-mechanische Verhalten notwendig. Nicht zu vernachlässigen ist hier auch eine ausreichende Co-Vernetzung des in der Regel mehrphasigen Blends. Insgesamt lassen sich diese Erkenntnisse unmittelbar ausnutzen, um die Funktionssicherheit von auf ungesättigten Kautschuken bzw. auf Blendsystemen basierenden Elastomere unter ausgewählten Einsatzbedingungen ohne ökologische oder toxikologische Risiken zu verbessern.

### **Lösungsweg:**

Es sollen gezielt Blends auf Basis von Polydienen (z. B. NR, SBR, IR) mit Polymererschneidkomponenten unterschiedlicher oxidativer Stabilität (Konz. von C=C-Doppelbindungen, stabilisierende Substituenten an der Hauptkette) hergestellt werden. Phasenmorphologie und Konzentrationsverhältnisse werden unter Beachtung der Löslichkeiten und des Mischprozesses in Kombination mit der Vulkanisation bzw. Co-Vulkanisation eingestellt (Charakterisierungsmethoden z. B.: TEM; DSC, mechan. dyn. Analyse). Neben der Charakterisierung der Alterungseigenschaften des Gesamtsystems durch chemische Analysen (z. B. Chemielumineszenz, FT-IR Spektroskopie, DSC) und der Untersuchung der alterungsabhängigen Änderung des physikalischen Eigenschaftsbildes werden vor allem thermisch-oxidativ ausgelöste lokale Alterungsvorgänge durch z. B. FT-IR-Mikroskopie, Mikroindentation, „Atomic Force Microscopy“ (AFM), DSC und mechanisch-dynamischer Analyse charakterisiert. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Ermittlung des lokalen Alterungsfortschritts von der Oberfläche in das Innere des Materials (DLO-Effekt), da der Gradient u. a. ein entscheidender Parameter für eine Rissentstehung unter Verformung ist. Weiterhin sind die Reaktionskinetiken als  $f(t)$ ,  $f(T)$  grundlegend für Langzeitabschätzungen und ggf. eine Simulation.

### **Wirtschaftlicher Nutzen:**

Der wirtschaftliche Nutzen des Projekts liegt insbesondere in Einsparungen an Additiven (Alterungsschutzmittel) und in einer Optimierung der Qualität von Elastomeren, was wiederum Reklamationen und Einsparungen der damit verbundenen Kosten bedeutet. Ist eine gleiche oder verbesserter Alterungsbeständigkeit eines Elastomerproduktes mit geringerem Anteil an Alterungsschutzmittel durch die Optimierung des Blends erreicht, wird auch hinsichtlich einer potentiellen Regulierung des Einsatzes von z. B. p-Phenylendiaminen ein positiver Beitrag zu erwarten sein.

### **Organisation:**

- Förderung durch Industriepartner (Konsortium)
- Laufzeit von 2,5 Jahre geplant.
- Kosten pro Jahr: Gesamt 95.000 EUR bzw. max. 20.000 EUR zzgl. MwSt. pro Teilnehmer und Jahr

Bei Interesse und zur Planung eines informativen Treffens zur Diskussion von weiteren Details bitte **Rückmeldung bis zum 7.6.2021** an:

Deutsches Inst. für Kautschuktechnologie DIK e. V. Prof. Dr. U. Giese, Eupener Straße 33 30 519 Hannover Email: ulrich.giese@DIKautschuk.de	Deutsche Kautschukgesellschaft (DKG) e. V. Frau Dr. Veronika Beer Zeppelinallee 69 60487 Frankfurt a. Main Email: v.beer@dkg-rubber.de
---	--