

# Nanoindentation von Elastomeren zur Qualitätskontrolle

## Nanoindentation of elastomers for quality control

Die mechanischen Eigenschaften von Elastomeren werden in hohem Maße durch den Aushärtungsgrad beeinflusst, so dass dieser Parameter eine große Rolle bei der Bestimmung der Leistung von Gummiprodukten spielt. Bei der Verarbeitung von Objekten mit komplexer Form kann es vorkommen, dass die Erwärmung nicht homogen ist. Dies hat zur Folge, dass das Produkt in verschiedenen Bereichen einen lokal unterschiedlichen Vulkanisationsgrad aufweist. Um die Qualität eines Gummiprodukts zu überprüfen, ist ein Prüfverfahren erforderlich, das lokalisierte Messungen ermöglicht. Eine davon ist die Nanoindentation, mit der sich die mechanischen Eigenschaften auf der Mikro- und Nanoskala bestimmen lassen.

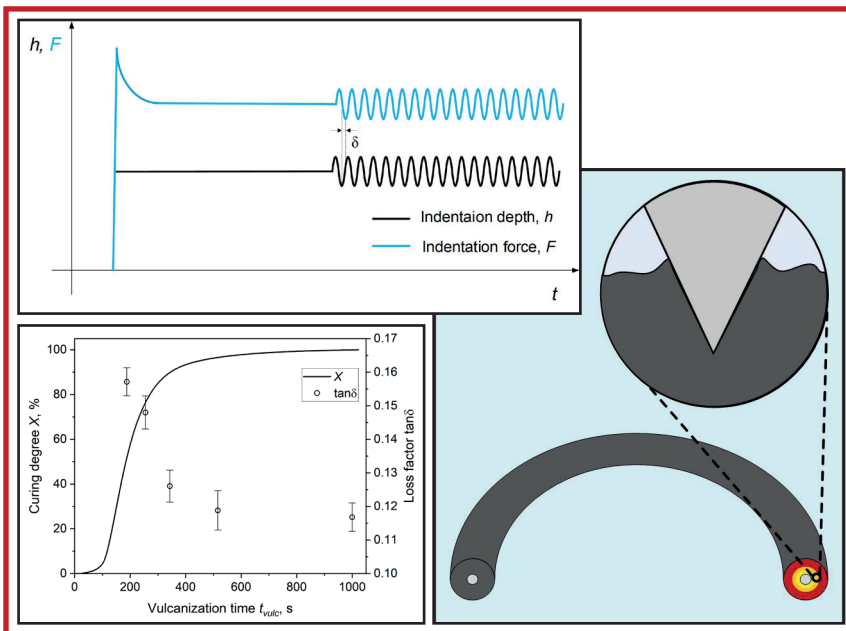
Verlustfaktor ( $\tan\delta$ ) direkt aus der Hystereseurve abgeschätzt werden und ist somit unabhängig von der Eindringfläche.

Diese Methode wurde zur Untersuchung eines mit Ruß gefüllten Elastomers mit unterschiedlicher Heizzeit (d. h. Vulkanisationsgrad) verwendet. Es wurde ein Abfall von  $\tan\delta$  bei Erhöhung der Vulkanisationszeit bis zu einem Plateau festgestellt. Diese Ergebnisse zeigen die Fähigkeit dieser Technik, zwischen verschiedenen Vernetzungszuständen zu unterscheiden, und könnten eine neue Standardmethode für die lokale Bewertung der Qualität der Aushärtung von Elastomerprodukten darstellen.

provide localized measurements is required. Among them, nanoindentation can provide the estimation of the mechanical properties at the micro- and nanoscale.

The indentation consists of an initial static indentation up to a given penetration depth. Subsequently, the depth is maintained to allow stress relaxation; finally, a small dynamic load is applied. This procedure allows not only to estimate the material properties in quasi-static condition, but also the dynamic ones. In particular, the loss factor ( $\tan\delta$ ) can be estimated directly from the hysteresis curve and is therefore independent on the indentation area.

- This methodology was used to investigate a carbon black filled elastomer with different heating time (i.e., vulcanization degree). A drop of  $\tan\delta$  was found by increasing the vulcanization time up to a plateau level. These results demonstrate the ability of this technique to distinguish between different crosslinking state and may represent a new standard method for the local evaluation of the quality of curing of elastomer products. ■



Die Indentation besteht aus einer anfänglichen statischen Eindrückung bis zu einer bestimmten Eindringtiefe. Anschließend wird die Tiefe beibehalten, um eine Spannungsrelaxation zu ermöglichen; schließlich wird eine kleine dynamische Belastung aufgebracht. Mit diesem Verfahren lassen sich nicht nur die Materialeigenschaften im quasi-statischen Zustand, sondern auch die dynamischen Eigenschaften abschätzen. Insbesondere kann der

The mechanical properties of elastomer are greatly influenced by the degree of curing and thus, this parameter has a great role in determining the performance of rubber products. During processing, objects with complex shape may experience not homogenous heating condition. As a consequence, the product will have locally different vulcanization degree in distinct regions. In order to verify the quality of a rubber product, a testing technique that

### Auf einen Blick

Förderung: FFG COMET  
 Projektpartner: Polymer  
 Competence Center Leoben GmbH,  
 SKF Sealing Solutions Austria GmbH

### Ansprechpartner



Dott.Mag. Dr.mont. Jacopo Schieppati  
 jacopo.schieppati@unileoben.ac.at  
 +43 3842 402 2190