

## Verarbeitungstest von Gummiprüben mit einem Rubber Capillary Rheometer (RCR)

### Einleitung

Rheologische Messungen von Gummi werden hauptsächlich mit Mooney Viskosimeter (MV), Moving Die Rheometern (MDR) durchgeführt. Jedoch sind diese Messungen sehr weit von den Scherraten in der Verarbeitung von Gummi entfernt. Aufgrund des nicht-linearen Verhaltens der Gummimischungen ist eine Annahme des Verhaltens im Bereich der Verarbeitung oftmals nicht möglich. Gummimaterialien enthalten Wachse und Weichmacher, die bei der Verarbeitung zu einem Gleitverhalten führen. Herkömmliche Gummitestgeräte berücksichtigen diesen Effekt nicht in den Verarbeitungsdaten, während ein Rubber Capillary Rheometer (RCR) optimierte Vorhersagen für schwierige Verarbeitungsbereiche liefern kann. Mit dem RCR schließt GÖTTFERT die Lücke der Elastomer- oder Kautschukcharakterisierung und -verarbeitung. Ein fehlerhaftes Verarbeitungsverhalten wird oft erst nach dem Start der Produktion erkannt. Dies führt zu einer Verschwendung von Produktionszeit und Material. GÖTTFERT bietet eine Lösung zur Charakterisierung von Gummimaterialien im Bereich der Verarbeitung.

### Verarbeitungstest mit dem RCR

Um Gummiprüben bzgl. der unterschiedlichen Verarbeitung für Spritzguss und Extrusion zu testen, wurde der RCR mit Grundfunktionen eines Rheovulkameter ausgestattet. Dies liefert dem Anwender optimierte Daten für die Verarbeitung durch Extrusion und Spritzguss. Der Rubber Capillary Rheometer (RCR) (Abbildung 1) ist mit einem servoelektrischen Antrieb ausgestattet, so dass neben dem druckgeregelten Betrieb auch ein drehzahl geregelter Betrieb nach Spritzgussverfahren möglich ist. Neben dem RCR 75, der mit 75kN Testkraft ausgestattet ist, bietet GÖTTFERT auch ein Modell mit 20kN an.

Für die Gummiprüfung kann das Gerät im Spritz- und Extrusionsmodus arbeiten und ist mit einem Kolben, einer Prüfkammer (Kurzschäft) und entsprechender Spritzgussform ausgestattet. Im Extrusionsmodus ähnelt das Testverfahren einem regulären Test mit dem Kapillarrheometer, mit welchem das Fließverhalten der Gummiprobe gemessen wird. Der RCR ermöglicht das Ausführen von mehreren Geschwindigkeits- oder Druckschritten innerhalb eines Tests, so dass eine Fließkurve in weniger als 5 Minuten einschließlich Reinigung erstellt werden kann.

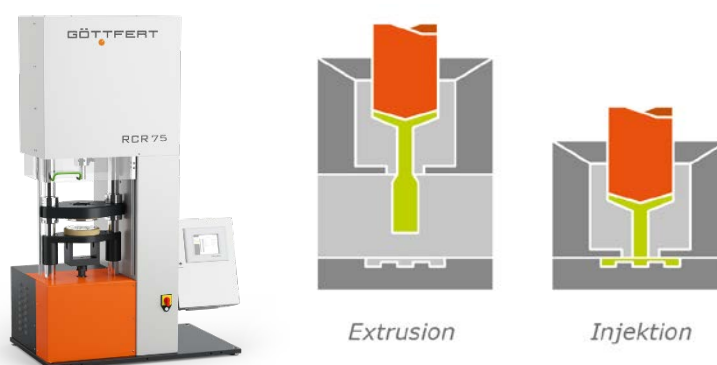


Abbildung 1: RCR 75 mit Extrusions und Injection Modus

## Scherratenbereich der Gummiverarbeitung

Die Schergeschwindigkeit der Gummiverarbeitung unterscheidet zwischen den unterschiedlichen Verarbeitungsmöglichkeiten wie Formpressen oder Spritzgießen. Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Scherratenbereiche der spezifischen Verarbeitung. Es wird auch aufgezeigt, dass ein Test mit einem MDR-, RPA- oder Mooney-Viskosimeter nicht für eine Vorhersage für die Gummi- oder Spritzgussverarbeitung geeignet ist. Sogar der sogenannte Gummi-Prozessanalysator (RPA) erreicht nur am unteren Ende der Extrusionsverarbeitung die angewendete Scherrate. Obwohl die berechnete Kreisfrequenz Werte bis etwa 600 erreichen kann, ist die Übertragung der Daten in stetige Scherströmung in Bearbeitungsdüsen oder Strömungskanälen nicht möglich, da die COX-Merz-Regel nicht gilt. Die Cox-Merz-Regel wird als die Übertragung von Oszillationsdaten zu einem stetigen Schubfluss bezeichnet. Für präzise Gummitests im Bereich der Verarbeitung unter Prozessbedingungen muss die Gummiprobe mit einem Rubber Capillary Rheometer analysiert werden. Ausschließlich dieses Gummi-Prüfgerät arbeitet im Schergeschwindigkeitsbereich von Extrusion und Spritzguss.

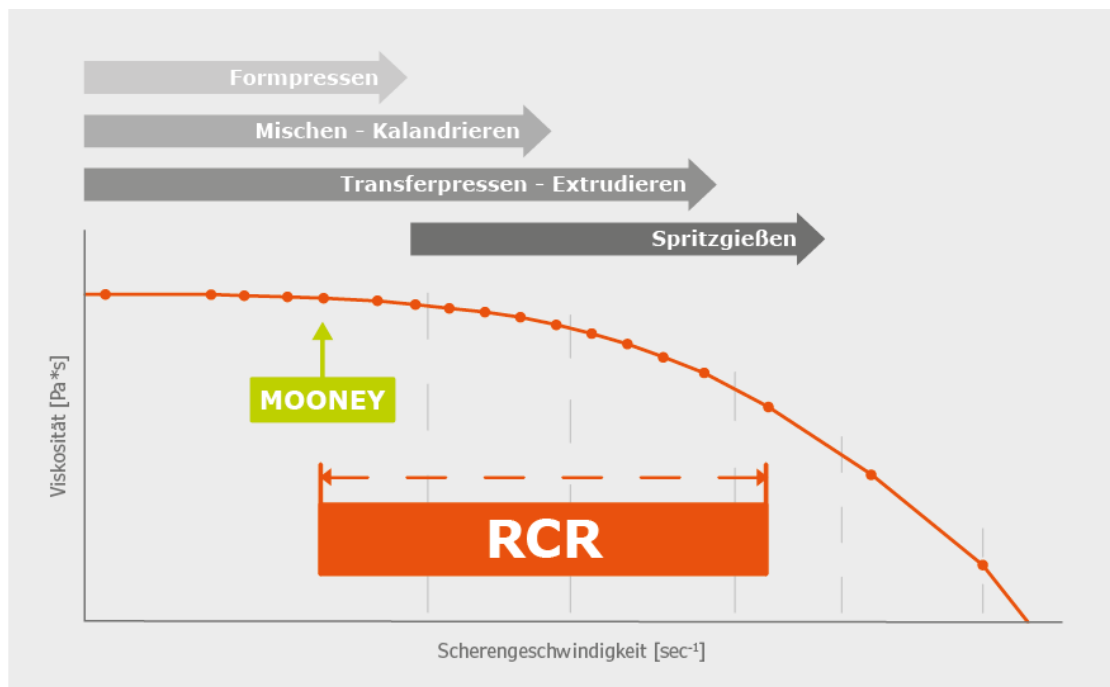


Abbildung 2: Scherratenbereich in der Verarbeitung von Gummi

## Extrusionsverarbeitungstest mit einem RCR

Der Viskositätstest wird im Extrusionsmodus in einem zweistufigen Modus mit unterschiedlichem Druck unter Verwendung des RCR für verschiedene SBR-Rohpolymere durchgeführt und mit Mooney-Viskositätsdaten verglichen.

In Abbildung 2 wurde mit einem RCR gemessen, die Abbildung zeigt einen 30% Unterschied bei hohen Scherraten. Hingegen zeigt die Messung mit einem Mooney Viskosimeter eine Abweichung welche geringer als vier Prozent ist und zudem noch in unterschiedlicher Reihenfolge. Für die Prüfung bei hohen Drücken mit dem RCR ist der Unterschied zwischen den Materialien niedriger und in der gleichen Reihenfolge wie der Mooney-Test.

### Spritzgusstest mit dem RCR

Die Messung im Spritzgusstest wird an zwei Chargen-SBR-Verbindungen mit unterschiedlicher Verarbeitbarkeit durchgeführt und mit herkömmlichen Vulkaniationsmessungen verglichen, die mit einem Rheometer mit beweglichem Stempel in Abbildung 3 gemessen wurden. Die Vulkaniationsmessung (links) zeigt nur einen geringen Unterschied im Verlustwinkel und dem Anstieg des Drehmoments, während die Volumenkurve etwa 30% Unterschiede zwischen den Chargen ergibt. Die erhaltenen Testergebnisse des RCR sind sehr wichtig, um das Verhalten des Materials unter Verarbeitungsbedingungen zu verstehen und den Produktionsprozess entsprechen anzupassen.

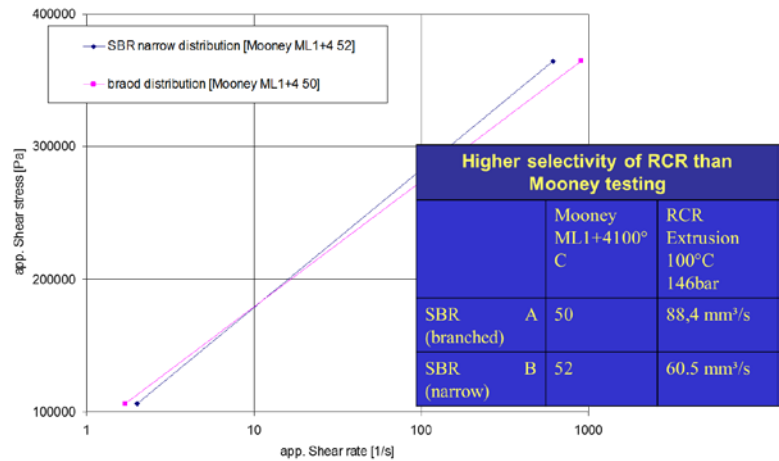


Abbildung 3: RCR measurement in extrusion mode on SBR grades

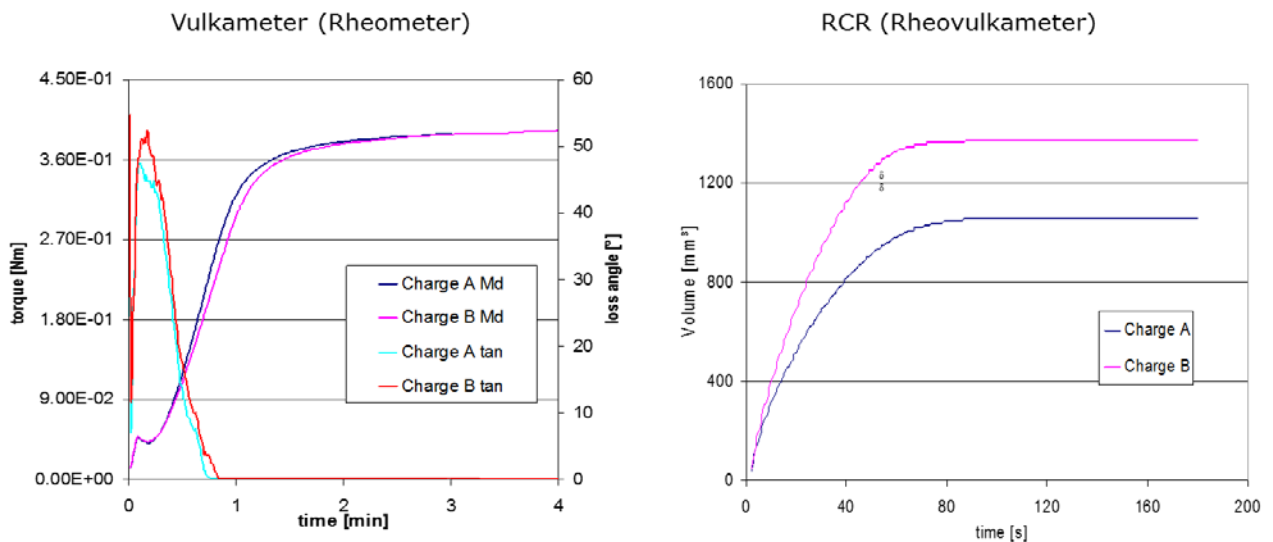


Abbildung 4: Comparison of different batches between Vulkameter and RCR

### Fazit

Der Verarbeitungstest mit dem RCR ist ein schneller und effektiverer QC-Test im Vergleich zu Tests mit einem MDR oder Mooney Viskosimeter. Der RCR bietet die Möglichkeit im Scherratenbereich der Verarbeitung von Spritzguss und Extrusion von Gummiprüfungen zu testen. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, sind Unterschiede des Materialverhaltens zwischen Prozessnahen Tests und herkömmlichen Gummi-Tests vorhanden. Mit dem RCR 20 (20Kn) und RCR 75 (75Kn) bietet GÖTTFERT zwei Instrumente um die Lücke zwischen Annahme und prozessnahen Gummittest zu schließen.

# THIS IS RHEOLOGY



**GÖTTFERT**  
THIS IS RHEOLOGY

**GÖTTFERT | Werkstoff-  
Prüfmaschinen GmbH**

74722 Buchen

☎ +49 (0) 62 81 408-0

✉ info@goettfert.de

**GOETTERT**  
THIS IS RHEOLOGY

**GOETTERT Inc.**

Rock Hill, SC 29730  
USA

☎ +1 803 324 3883

✉ info@goettfert.com

**GÖTTFERT**  
CHINA LIMITED

**GOETTERT (China) Ltd.**

Beijing 100027  
CHINA

☎ +86-10-848 320 51

✉ info@goettfert-china.com

**Gdi**

**GOETTERT | Dataphysics  
Instruments India Pvt. Ltd.**

Kolkata - 700 010 - INDIEN

☎ +91-9339867536

✉ info@gdinstruments.co.in