

# Zusammensetzung der Lauffläche eines Fahrradreifens

Dr. Carolin Fischer, Dr. Stefan Schmöler und Jonas Rödel

### Einleitung

Ein für viele Menschen nicht wegzudenkendes Fortbewegungsmittel ist das Fahrrad. Der Reifen ist dabei ein elementarer Bestandteil und gleichzeitig ein maßgeblicher Einflussfaktor auf die Fahreigenschaften. Er kann je nach Untergrund und gewünschter Fahreigenschaft angepasst werden.

Grundsätzlich besteht ein Fahrradreifenmantel aus einem Verbund verschiedener Materialien. Der Verbundwerkstoff vereint die Flexibilität und tribologischen Eigenschaften einer Gummimischung (Lauffläche) mit der Festigkeit eines synthetischen Polymergewebes (Karkasse), und der Formstabilität eines Drahtbündels (Kern). Die Gummimischung selbst setzt sich wiederum aus unterschiedlichen organischen und anorganischen Roh- und Füllstoffen zusammen. Die Zusammensetzung ist dabei maßgeblich für die Eigenschaften der Kautschukmischung verantwortlich. [1]

Zur Untersuchung von Gummimischungen ist die thermogravimetrische Analyse eine verbreitete Analysemethode. Die Thermogravimetrie ist unter anderem in den Normen ISO 9924 und ASTM E1131 für diesen Anwendungsbereich beschreiben. Deshalb wird im Folgenden die Zusammensetzung der Lauffläche eines Fahrradreifens mittels thermogravimetrischer Analyse betrachtet.

### Methoden und Probenpräparation

Um eine für die Gummimischung der Lauffläche repräsentative Messung zu erhalten, wurden aus dem Profil der Lauffläche mehrere kleine Proben mit einer Gesamtmasse von etwa 10 mg herausgeschnitten. Dabei wurde darauf geachtet, dass diese Stückchen nur aus der Gummimischung der Lauffläche bestehen und keine Bestandteile der Karkasse oder des Kerns enthalten.

Zur thermogravimetrischen Untersuchung wurde das Gerät NETZSCH TG *Libra*® eingesetzt. Die Messungen wurden dabei unter den in Tabelle 1 aufgeführten Messbedingungen durchgeführt.

**Tabelle 1** Messbedingungen für die thermogravimetrische Untersuchung der Lauffläche eines Fahrradreifens

Probe	Lauffläche eines Fahrradreifenmantels
Probeneinwaage	9,79 mg
Tiegelmaterial	Aluminiumoxid, offen
Temperaturbereich	40 °C bis 1100 °C
Temperaturprogramm	40 °C - 850 °C in Stickstoff; 805 °C - 1100 °C in Luft
Heizrate	10 K/min
Atmosphäre	Stickstoff, Luft

## Messergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 ist die thermische Zersetzung der Lauffläche eines Fahrradreifens zu sehen. Der erste Massenverlust von 8,7 % (DTG-Peak bei 283,2 °C) lässt sich durch das Entweichen des enthaltenen Weichmacheranteils begründen. Daran anschließend kann der Abbau der organischen Gummikomponenten beobachtet werden. Dieser erfolgt in zwei deutlich voneinander getrennten Stufen, wobei die erste Stufe mit einem Massenverlust von 25,1 % und die zweite Stufe mit 31,8 % zu erkennen sind. Beide Stufen lassen sich auch bei Betrachtung der DTG-Kurve mit dem ersten Peak bei 379,1 °C und dem zweiten Peak bei 469,8 °C feststellen.

Neben den organischen Anteilen der Reifenlauffläche, lassen sich bei weiterer Aufheizung auch geringe Mengen anorganischer Füllstoffe in der TG-Kurve erkennen. Dieser Verlust beruht auf der Freisetzung von CO<sub>2</sub> aus der Zersetzung von CaCO<sub>3</sub> zu CaO bei einem Peak des DTG-Signals bei 664,5 °C. Selbst geringe Anteile, wie in diesem Beispiel 1,2 %, lassen sich problemlos detektieren.

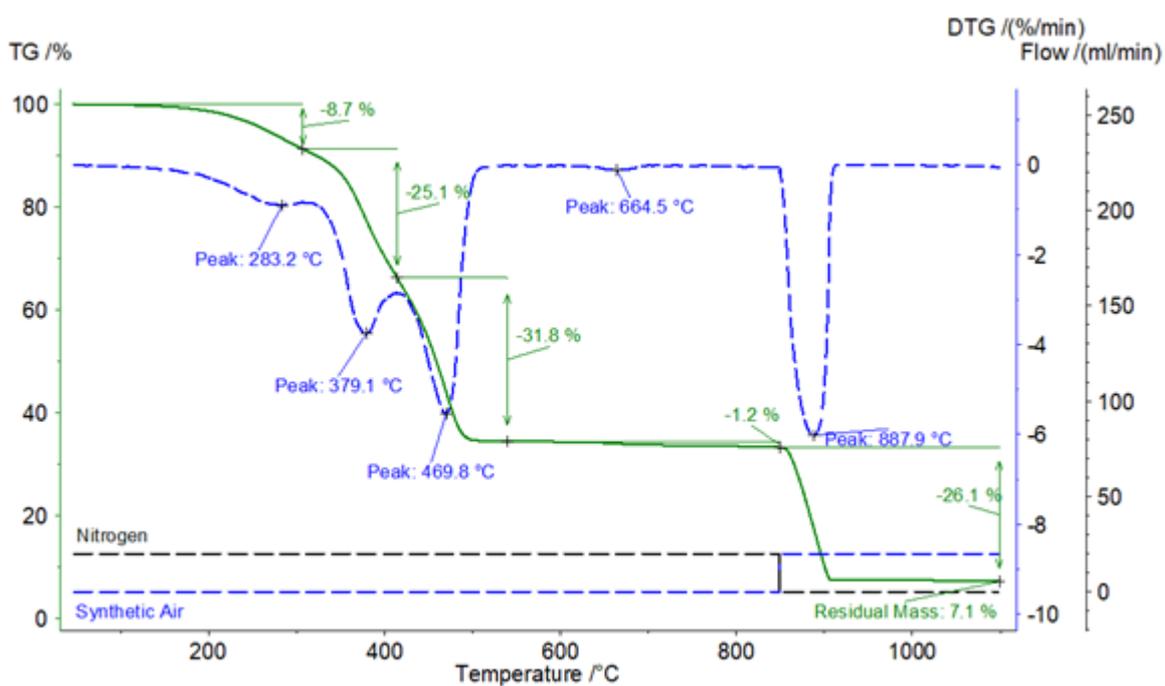
Bei 850 °C erfolgt das Umschalten der inerten Stickstoffatmosphäre auf eine oxidierende Atmosphäre. Durch diesen Atmosphärenwechsel kann bei weiterem Aufheizen auf 1100 °C die Rußverbrennung beobachtet werden und der resultierende Aschegehalt mit 7,1 % quantifiziert werden.

## Zusammenfassung

Die Gummimischung der Lauffläche eines Fahrradreifens wurde mittels thermogravimetrischer Analyse untersucht. Dabei lässt sich der Anteil an organischen Inhaltsstoffen, wie Weichmacher und Kautschuk, bestimmen. Außerdem konnte der anorganische Füllstoffgehalt trotz des geringen Anteils detektiert und der resultierende Aschegehalt festgestellt werden.

## Literatur

[1] <https://www.schwalbe.com/service/technik-faq/reifenaufbau>



1 Temperaturabhängige Massenänderungen der Lauffläche eines Fahrradreifens (grüne Kurve), Massenänderungsrate (DTG, blaue gestrichelte Kurve), Gasfluss (Stickstoff: schwarz gestrichelt, Luft: blau gestrichelt)