

# Tribologische Analysen zur Griffigkeit von Waschbeton-Fahrbahnoberflächen

## Neue Methoden in der Oberflächenanalyse von Waschbeton

Ameneh Schneider<sup>1</sup>, Johannes Böhm<sup>1</sup>, Friedrich Franek<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Austrian Center of Competence for Tribology, Wiener Neustadt, Austria  
0043 2622 81600 156, [Schneider@ac2t.at](mailto:Schneider@ac2t.at)

<sup>2</sup> Vienna University of Technology, Institute of Sensor and Actuator Systems, Vienna, Austria

### Einleitung:

Tribologie ist seit 1966 als integraler Begriff für das Gebiet der „interagierenden, d.h. aufeinander einwirkenden Oberflächen unter Relativbewegung“ geprägt. [1] Der Begriff bezieht sich in ursprünglicher Form in ganzheitlicher Weise auf eine bestimmte Klasse technischer Systeme, auf „Tribosysteme“. Ein tribologisches System umfasst nach DIN 50320 vier Elemente (Bauteile oder Stoffe), vgl. Abbildung 1. Den festen Grundkörper, den festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörper, den Zwischenstoff (Schmierstoff, Staub, andere Verunreinigungen) und das Umgebungsmedium (Luft, andere Gase, Vakuum, Flüssigkeiten). Diese Elemente kennzeichnen die Struktur des Tribosystems. Ihre stofflichen Eigenschaften beeinflussen Reibung und Verschleiß. In Hinblick auf diese Definitionen können die Fahrzeuge auf der Fahrbahn als ein Tribosystem betrachtet werden. [1]

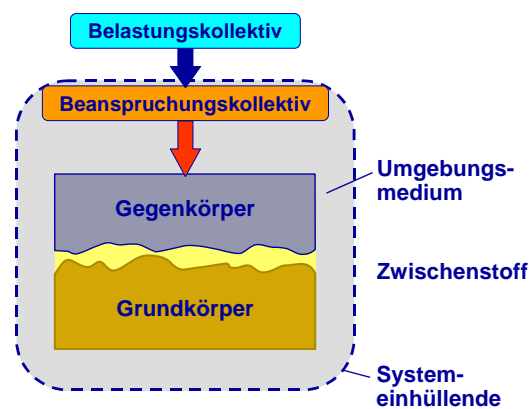


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Tribosystems

Für die Sicherheit im Straßenverkehr ist die Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche wesentlich. Aus diesem Grund muss die Fahrbahnoberfläche eine dem Verwendungszweck angemessene Oberflächenstruktur aufweisen. Die Oberfläche beeinflusst aber auch die Lärmimmission, wobei Maßnahmen zur Erhöhung der Griffigkeit teilweise im Widerspruch zu den Vorgaben der Geräuschminderung stehen [2].

### Tribologische Untersuchungen der Griffigkeit von Betonfahrbahnoberflächen

Werden die aus der massiven Präsenz eines Zwischenstoffes (Regen, Schnee, Matsch) resultierenden – im Wesentlichen rheologischen – Einflüsse auf die Griffigkeit einer

Fahrhahnoberfläche zunächst nicht betrachtet, so lässt sich die Griffigkeit in einem vereinfachten Ansatz auf 2 Hauptursachen zurückführen (s. Abbildung 2):

- Kontakt- bzw. tribomechanische Wechselwirkungen aus dem Kontakt Fahrhahn(-struktur) – Reifen(profil), wesentlich bestimmt durch verschleißbedingte Glättungseffekte sowie inhärente (Mikro-)Aufrauung („Selbstschärfung“) der eingesetzten mineralischen Stoffe.

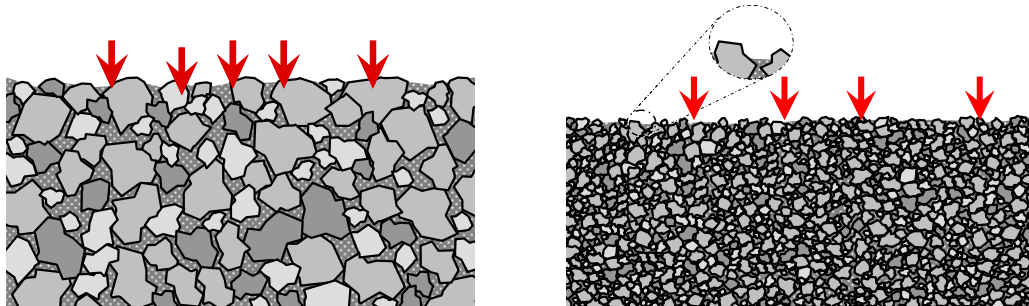


Abbildung 2: Links: Glättung (Verrundung) größerer Körner, beeinflusst die lokale Pressungsverteilung im Kontakt Reifen – Fahrhahnoberfläche (begünstigt im Übrigen bei Wasseranwesenheit die Bildung eines Gleitfilms („Mikro-Aqua-Planing“)); rechts: Herausbrechen kleiner Körner bzw. Partikel (→ „Selbstschärfung“)

- (Tribo-)chemische Wechselwirkungen der aktuell beteiligten (Werk-)Stoffe von Fahrhahnoberfläche und Reifen (unter Einbeziehung von zeitlichen Veränderungen durch Verschmutzung etc.)

Die Untersuchung bzw. Charakterisierung der Fahrhahngriffigkeit als „Output“ eines Tribosystems kann in drei Gruppen unterteilt werden:

- Direkte Untersuchung von Reibungseffekten der betreffenden Materialkombination (Makrobereich)

Bei AC<sup>2</sup>T können diese Einflussfaktoren mit Hilfe eines Tribometers (TOG – Simulation translatorisch-oszillierender Relativbewegung) untersucht werden. Dieser Versuchsaufbau eignet sich besonders für Untersuchungen des tribologischen Verhaltens von Werkstoffkombinationen im Trockenlauf oder mit unterschiedlichen Zwischenstoffen, insbesondere mit abrasiven Medien. Eine Schematische Skizze des Tribometers ist in Abbildung 3 dargestellt.

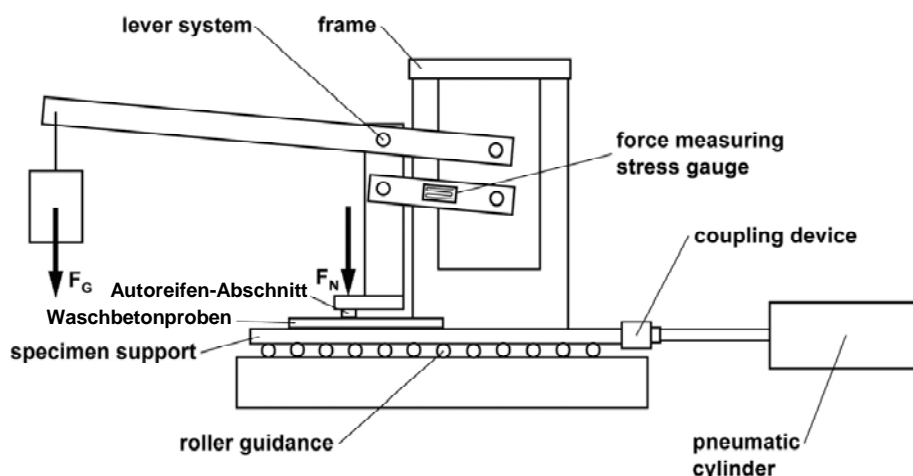


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines TOG Tribometers

- Strukturanalysen der Oberfläche (Mikrobereich)

Für Untersuchungen der Fahrbahnoberflächen im Hinblick auf mikro-kontaktmechanische Effekte stehen bei AC<sup>2</sup>T folgende Analysesysteme zur Verfügung

- Optische Mikroskopie
- Topographievermessungen der Oberfläche – tastend oder optisch ( $\mu$ -Surf)
- Rasterelektronenmikroskopie (REM)

Abbildung 4 zeigt Beispiele für die dreidimensionale Erfassung der Oberflächenstruktur eines Fahrbahnausschnittes (Grobzuschlag) auf Basis einer berührungslosen optischen Messung mit einem Weißlicht-Konfokalmikroskop ( $\mu$ -Surf, Fa. Nanofocus).

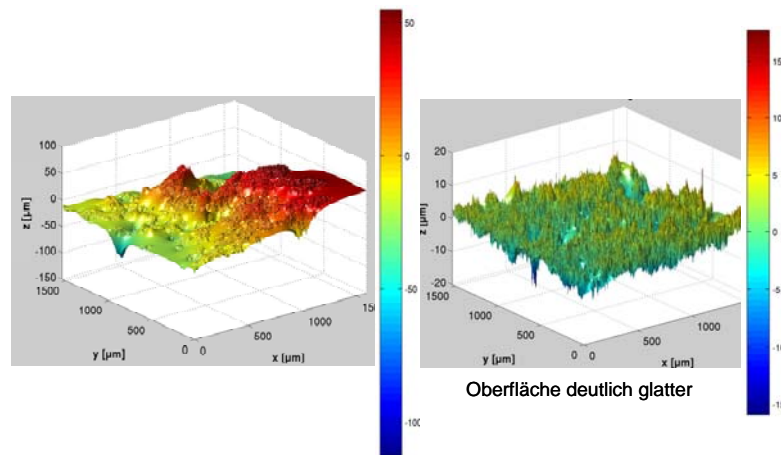


Abbildung 4: 3D-Darstellungen der Oberflächenstruktur von zwei Proben mit unterschiedlichen Griffigkeiten

### C) Chemische Untersuchungen (Nanobereich)

Kontaminationen der Fahrbahnoberfläche entsprechen im weitesten Sinne dem Zwischenstoff, im Tribosystem. Während im Sinne der Griffigkeit die Wirksamkeit großer Mengen eines Zwischenstoffes (z.B. Regenwasser, Schneematch) vor allem stoffbezogene rheologische Parameter wesentlich sind, spielen im Übergang zu den Festkörpern (Fahrbahn, bzw. Reifen) insbesondere Eigenschaften der Grenzflächen (zuweilen auch als „dritter Körper“ bezeichnet) eine Rolle. Allenfalls vorhandene Substanzen, die diese Grenzflächeneigenschaften (in Form von Mikro- oder gar Nanofilmen) bestimmen, können mittels hoch sensibler analytischer Methoden, die z.B. bei AC<sup>2</sup>T zur Verfügung stehen, untersucht werden. Die Methoden sind im Folgenden kurz charakterisiert:

- ▲ ATR-Spektroskopie: Attenuated Total Reflection, (abgeschwächte Totalreflexion) ist eine infrarot-spektroskopische Methode für Oberflächenuntersuchungen von undurchsichtigen Stoffen, wie z. B. Lackschichten, Polymerfolien, flüssigen Proben
- ▲ ICP-OES: Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (optischen Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppelten Plasmas), ermöglicht die Bestimmung der Elementzusammensetzung. Es wird überwiegend in der Spurenanalytik zur Bestimmung von Metallen sowie von Schwefel, Phosphor und Bor eingesetzt. Die Nachweisgrenze liegt bei Routinemessungen bei ca. 1 mg/kg.
- ▲ GC-MS: Gas-Chromatography-Mass-Spectrometry (Gas-Chromatografie Massenspektrometrie), ermöglicht die Analyse organischer Kontaminationen
- ▲ XPS: X-ray Photoelectron Spektroskopie (Röntgen Photoelektronen Spektroskopie); ermöglicht die Analyse an der Oberfläche in Tiefen bis zu etwa 100 nm

- ▲ ESEM: Environmental Scanning Electron Microscope, EDX: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (Energiedispersive Röntgenspektroskopie); ermöglicht die Elementanalyse an der Oberfläche in Tiefen bis zu ca. 1 µm)

Untersuchungen von Änderungen von einem Nachbehandlungsmittel nach UV-Belastung zeigten beispielsweise das Auftreten von den Oxidationsprodukten.

Bei der Beurteilung der Einflussfaktoren auf die Griffigkeit aus tribologischer Sicht werden alle Analysen von Experten im Kontext betrachtet. Die Interdisziplinarität der tribologischen Systembetrachtung findet hier ihren Einsatz.

## **Literatur**

- [1] F. Franek, A. Pauschitz et al.: Tribologie – Konstruktive Richtlinien zur Reibungs-, Verschleiß- und Schmierungstechnik. Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstitutes, Wien, 1996, 128 S.
- [2] M. Haider, J. Steigenberger, Akustisches Langzeitverhalten von Waschbetonoberflächen, update 1/2007