

## IMNE

Innovative Methods for Measurement and Simulation of Non-Exhaust Particle Emissions

<b>Programm / Ausschreibung</b>	FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, InDiss FZOE 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.01.2026	<b>Projektende</b>	31.12.2028
<b>Zeitraum</b>	2026 - 2028	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Projektförderung</b>	€ 109.360		
<b>Keywords</b>	vehicle emissions; non-exhaust; particles; real-world driving; tire and brake abrasion		

### Projektbeschreibung

Die kommende EU-EURO-7 Emissionsgesetzgebung, die erstmals Grenzwerte für Brems- und Reifenabriebemissionen definiert, sowie die aktuelle EU Luftgüte-Direktive treiben das Forschungsthema der Nicht-Abgasemissionen (NEP) stark voran. Diverse Forschungsarbeiten hierzu sind noch im Gange und durch internationale Forschungsaktivitäten unterstützt, beispielsweise. (UN, 2024), (ECE, 20243), (Grigoriatos, 2021), (Hausberger, 2025). Während die EURO-7-Regulierung für Bremsen bereits die Erfassung von Partikelanzahl und Partikelmasse (PN, PM<sub>2.5</sub> und PM<sub>10</sub>) vorsieht, wird bei Reifen im derzeitigen Vorschlag lediglich der gesamte Masseverlust durch Wiegung bestimmt. Anteile luftgetragener Reifenpartikel, welche besonders umweltrelevant sind, werden dabei nicht berücksichtigt. Dies liegt vermutlich daran, dass bislang kein repräsentatives Messverfahren existiert, das es ermöglicht PN, PM<sub>2.5</sub> und PM<sub>10</sub> im Reifenabrieb zu ermitteln. Zudem schließt der aktuelle Bremstestzyklus für PKW sogenannte Hochlast-Bremsungen aus, da dabei schwer reproduzierbare ultrafeine Partikel entstehen. Diese spielen jedoch eine entscheidende Rolle für die umfassende Beurteilung von Bremsabrieb und erfordern gesonderte Testzyklen und Untersuchungen.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass Messungen auf der Straße stets einen Mix aus Brems-, Reifen-, Straßenabrieb, Wiederaufwirbelung und Hintergrundpartikeln in der Probe enthalten. Dies erfordert eine aufwendige und unsichere Analyse zur Aufteilung der Beiträge der einzelnen Quellen. Derzeit existiert daher noch kein etabliertes Design für einen Reifen-Prüfstandtest, der reale Emissionsbedingungen repräsentativ abbilden könnte.

Im Rahmen des Projekts sollen Abriebemissionen von Bremsen und Reifen sowie die zugehörigen Betriebsbedingungen unter realen Fahrbedingungen erfasst werden. Ziel ist es, die Prüfstandparameter, das Prüfstanddesign, die Testzyklen und Testparameter gezielt zu optimieren, um reale Emissionslevel repräsentativ am Prüfstand nachzubilden. Die Erkenntnisse aus dem parallellaufenden FFG-Projekt TRACER, das an Sensoren zur präziseren Auflösung und Zuordnung von Abriebpartikeln forscht, werden genutzt, um eine Methode zur Applikation realistischer Querkräfte auf KFZ- Prüfständen zu entwickeln. Diese Methode soll es erlauben, Kurvenfahrten am KFZ-Rollenprüfstand nachzubilden, indem die dabei auftretenden Querkräfte abgebildet werden sollen.

Darüber hinaus werden die Messdaten aus Realfahrten und Prüfstandtest verwendet, um das Simulationsmodell PHEM zu

optimieren. Für Bremsen soll ein Zusatztest zum WLTP-Brake-Cycle entwickelt werden, welcher höhere Leistungen und wichtige stationäre Betriebspunkte abdeckt, um auch Hochlast-Bremsungen abdecken zu können.

## **Abstract**

The upcoming EU EURO 7 emissions legislation, which defines limit values for brake and tire abrasion emissions for the first time, and the current EU Air Quality Directive are driving forward research into non-exhaust emissions (NEP). Various research projects on this topic are still ongoing and are supported by international research activities, e.g. (UN, 2024), (ECE, 20243), (Grigoriatos, 2021), (Hausberger, 2025). While the EURO 7 regulation for brakes already provides for the measurement of particle number and particle mass (PN, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), the current proposal for tyres only determines the total mass loss by weighing. The proportions of airborne tire particles, which are particularly relevant to the environment, are not taken into account. This is probably because there is currently no representative measurement method that allows PN, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> to be determined in tire abrasion. In addition, the current brake test cycle for passenger cars excludes so-called high-load braking, as this produces ultra-fine particles that are difficult to reproduce. However, these play a decisive role in the comprehensive assessment of brake wear and require separate test cycles and investigations. Another problem is that measurements taken on the road always contain a mixture of brake, tire and road abrasion, resuspension and background particles in the sample. This requires a complex and unreliable analysis to separate the contributions from the individual sources. As a result, there is currently no established design for a tyre test bench test that could represent real emission conditions.

The project aims to record abrasion emissions from brakes and tires as well as the associated operating conditions under real-world driving conditions. The goal is to specifically optimise the test bench parameters, test bench design, test cycles and test parameters in order to replicate real emission levels representatively on the test bench. The findings from the parallel FFG project TRACER, which is researching sensors for more precise resolution and classification of abrasion particles, will be used to develop a method for applying realistic lateral forces on the chassis dynamometer. This method should make it possible to simulate cornering on the chassis dynamometer by applying lateral forces that occur during cornering.

In addition, the measurement data from real-world driving and test bench tests will be used to optimise the PHEM simulation model. For brakes, an additional test to the WLTP brake cycle is to be developed, which covers higher performance levels and important stationary operating points in order to also cover high-load braking.

## **Projektpartner**

- Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH