

Noise and Emissions Monitoring

NEMO steht für Noise and Emissions MONitoring und war ein von der EU finanziertes Projekt zur Verbesserung der Luftqualität und zur Verringerung der Lärmbelastung in Städten in ganz Europa [1], [2], [3]. Es nutzt modernste Technologie, um Lärm und Emissionen von einzelnen Straßenfahrzeugen und Zügen in Echtzeit zu überwachen. NEMO hat das Stadium eines Proof of Concept (PoC) erreicht. Die Testergebnisse waren vielversprechend, aber der Weg zu einer kommerziellen Lösung erfordert noch weitere Entwicklungen und Planungen in einem größeren organisatorischen Kontext wie zum Beispiel gesetzliche Regelungen, deren praktische Umsetzungen sowie Verantwortlichkeiten.

Funktionsweise der Emissionsmessung

Das Herzstück von NEMO ist das Exhaust Emissions Remote Sensing Device (E-RSD), ein innovatives Messgerät, welches die Emissionen einzelner Fahrzeuge im fließenden Verkehr mit hoher Genauigkeit messen kann. Die E-RSD-Messung basiert auf einer Lasertechnik, bei der ein Laserstrahl quer über die Fahrbahn zwischen dem Messgerät und einem Reflektor hin und her geschickt wird und so die Partikeln in der Luft misst (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die eigentliche Fahrzeugemissionsmessung funktioniert – hier stark vereinfacht dargestellt – so, dass Messungen kurz vor und nach einem Fahrzeug gemacht werden. Die Messung vor dem Fahrzeug stellt die Referenzmessung dar, d.h. die Messung ohne Emissionen. Die Messung unmittelbar nach dem Fahrzeug ist die Messung der ausgestoßenen Emissionen und aus der Differenz dieser beiden Werte ergibt sich der Emissionsanteil. Dieser wird noch mit dem Fahrzeugtyp abgeglichen, welcher über eine Kennzeichenkamera bestimmt wird, sodass dann errechnet werden kann, ob das Fahrzeug einen korrekten oder einen überhöhten Emissionsausstoß hat.

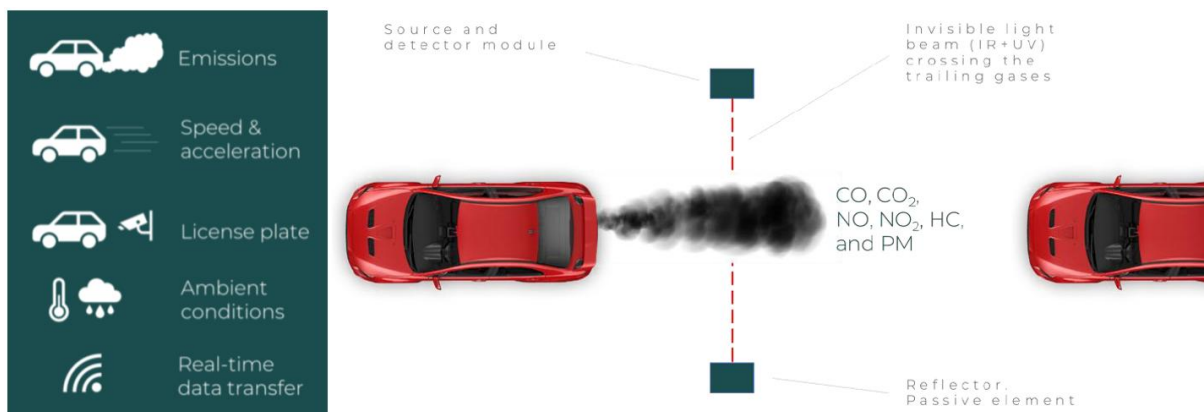


Abbildung 1: Schematische Darstellung der NEMO-laserbasierten Testmethodik [1]

Im realen Umfeld erfolgten die E-RSD-Messungen für Fahrzeuge im Fließverkehr und wurden mit Messungen eines standardisierten und geeichten Referenzsystems verglichen, dem sogenannten Portable Emissions Measurement System (PEMS), welches allerdings immer nur in einem Fahrzeug installiert werden kann. Der Vergleich der Messwerte erfolgt dort, wo das laserbasierte E-RSD aufgestellt ist. Die Auswertung der Messwerte des PEMS mit dem E-RSD zeigt eine sehr gute Übereinstimmung (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Comparison with NEMO Portable Emission Measurement System

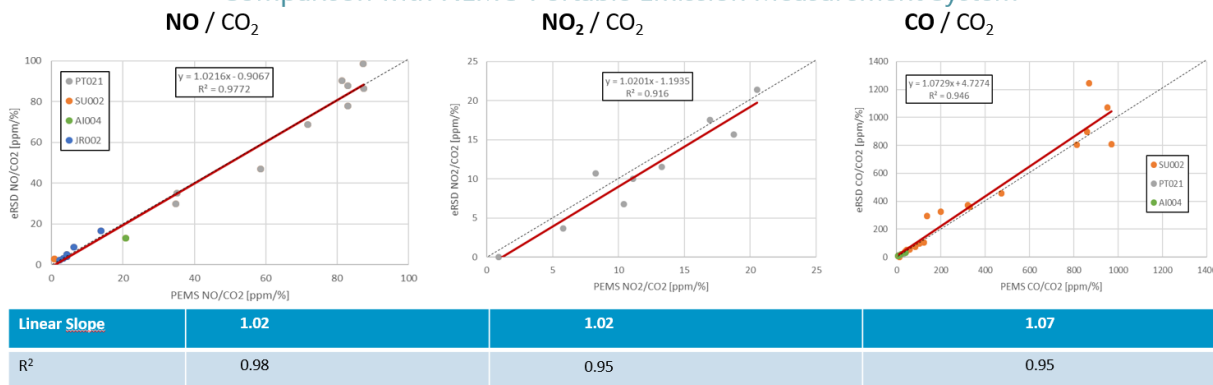


Abbildung 2: Die Übereinstimmung der Messwerte wird statistisch durch die Neigung der Regressionsgerade und dem Streuungsmaß R^2 bestimmt, welche bei exakter Gleichheit 1 für beide statistische Größen ergibt. Die Analyse ergibt Werte sehr nahe bei 1 und damit eine statistische Gleichheit beider Messsysteme [1].

Messung der Geräuschemissionen

Ein weiteres Ziel von NEMO ist, neben den Schadstoffen auch die Geräuschemissionen von einzelnen Fahrzeugen an Ort und Stelle zu messen. Die Messstation besteht aus mehreren Mikrofonen zur Erfassung der verschiedenen Geräuschquellen der Fahrzeuge und mit Hilfe eines Radarsystems werden Informationen über die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Messobjekts erfasst. Eine Kamera erfasst das Nummernschild, um die gemessenen Werte mit den normativen Werten des Fahrzeugs zu vergleichen. Da die Messstation im normalen Verkehrsfluss betrieben wird, müssen die gemessenen Fahrzeuggeräuschpegel von Hintergrundgeräuschen befreit und in ihre Geräuschkomponenten (z. B. Antriebsgeräusche) zerlegt werden. Der gemessene Wert wird dann mit den erlaubten Werten des entsprechend Fahrzeugtyps verglichen.

Integrationstests auf der Teststrecke Teesdorf

Ein zentraler Bestandteil des NEMO-Projekts waren Tests auf dem Testgelände der Kapsch TrafficCom in Teesdorf, Österreich (siehe Abbildung 3). Im Mittelpunkt dieser Testphase stand die Integration des Emissionsmesssystems in ein modernes Mautsystem, welches ein mögliches realistisches Szenario für die Anwendung des NEMO-Emissionsmess- und Klassifizierungssystems für den Straßenverkehr darstellt. Die Validierung dieser Integration bestätigte die erfolgreiche Funktionalität des NEMO-Systems unter realistischen Bedingungen.



Abbildung 3: Die Testung des Messsystems bestehend aus der Messstation und des Reflektors auf der -Teststrecke der KTC in Teesdorf mit unterschiedlichen Fahrzeugklassen (oben); das Emissionsmesssystem im Realtest in Spanien (unten). [1], [2], [3]

Das kombinierte System war in der Lage, unabhängig voneinander Lärm und Emissionen der Einzelfahrzeuge zu messen und die Messungen der NEMO-Sensoren mit den Mautsystem-Sensoren zu synchronisieren. Dies schließt DSRC-Maut-Transaktionen mit ein, die Aufnahme von Bildern des Fahrzeugs, die Identifizierung des Kennzeichens, die Klassifizierung des Fahrzeugs nach Abmessungen sowie die Erstellung einer automatischen Anfrage nach den Registrierungsdaten des Fahrzeugs und eines V2X-Berichts (Vehicle-to-everything). Die gesammelten Daten wurden in einem einzigen Fahrzeugdatensatz (roadPassBy-Bericht) zusammen geführt und final an das zentrale Datenbank System gesendet. Bei der Vorbeifahrt wird die Klassifizierung durchgeführt und falls das Fahrzeug mit einer V2X-OBU ausgestattet ist, wird der Fahrer über das Klassifizierungsergebnis informiert.

Das Ergebnis und mögliche NEMO Use-Cases: Anwendungen für Enforcement und Clean-Air-Zonen

Aus dieser Kombination der Fahrzeugerkennung, des Fahrzeugverhaltens bestehend aus Geschwindigkeit und Beschleunigung und der Messung der verschiedenen Emissionen kann ein Fahrzeug zum Beispiel als „Starker Emittent“ eingestuft werden. NEMO kann somit bei der Einhaltung von Vorschriften unterstützen, bei Umsetzung gezielter Strategien zur Minderung emissionsintensiver Quellen fundierte Daten liefern und trägt außerdem zu einem besseren Verständnis des Einflusses von Fahrzeugen auf die Umwelt bei.

Das NEMO-System kann für mehrere Anwendungsfälle eingesetzt werden: Die unmittelbare Anwendung ist die Kontrolle ob Fahrzeuge wie z.B. Lastkraftwagen entsprechend ihrer angeblichen EURO-Abgasklasse oder mit vermutlich ausgeschaltetem AdBlue-Abgasreinigungssystem fahren um Kosten für den AdBlue-Zusatz sowie den Katalysator zu sparen [4], [5]. Eine österreichische Studie der Arbeiterkammer Wien ergab, dass sich diese Mautbetrügereien durch nicht Einhaltung der EURO-Abgasklassen allein für Österreich auf rund 60 Mio. € pro Jahr belaufen [6]. Eine weitere

Anwendung kann die Messung von Schadstoffen und Lärmpegel von Fahrzeugen sein, die in eine Luftreinhaltezone einfahren möchten. So können Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß bei der Einfahrt in solche städtischen Umweltzonen identifiziert oder gewarnt werden.

Fazit

Das NEMO-Projekt ist ein wichtiger Schritt vorwärts in unseren laufenden Bemühungen, Umweltprobleme durch Innovation schnell und zuverlässig zu lösen. Jedoch sind notwendige rechtliche Rahmenbedingungen und Regelwerke zur Kontrolle sowie Verantwortlichkeiten für die Verfolgung von Vergehen in manchen Ländern noch zu definieren, um Lösungen wie NEMO umsetzen zu können.

Autoren: Robert Kölbl, Martin Linauer, Katharina Rynesch (Kapsch TrafficCom)

Quellen und weiterführende Infos:

- [1] "Nemo-EU-Project." Accessed: Nov. 06, 2024. [Online]. Available: <https://nemo-cities.eu/>
- [2] "Nemo Cities: Posts | LinkedIn." Accessed: Nov. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/showcase/nemo-cities/posts/?feedView=all>
- [3] Kapsch TrafficCom, *Kapsch TrafficCom | Nemo*, (Oct. 22, 2024). Accessed: Nov. 06, 2024. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=e39JW94UIB4>
- [4] Camion Pro e.V., *3sat Spediteure sparen sich das AdBlue im Lkw und richten so Schaden an*, (May 14, 2018). Accessed: Nov. 06, 2024. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=NC0I2mP6L-c>
- [5] Camion Pro e.V., *AdBlue Manipulation - Polizei Mittelfranken jagt Abgas Sünder*, (Dec. 26, 2017). Accessed: Nov. 06, 2024. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=8-vG38HOq1M>
- [6] A. Friedrich, S. Annen, R. Helmerich, and Deutsche Umwelthilfe Berlin, "Abgasmanipulation und Mautbetrug durch Lkw: Wie sauber sind Lkw tatsächlich?," Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, Wien, 205, 2022. [Online]. Available: https://www.arbeiterkammer.at/interessenvertretung/umweltundverkehr/verkehr/strasse/Abgasmanipulation_und_Mautbetrug_durch_Lkw_2022.pdf