

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt TyreRoadNoise

Datengestützte Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Geräuschemissionen bei kontrollierten und realen Fahrzuständen

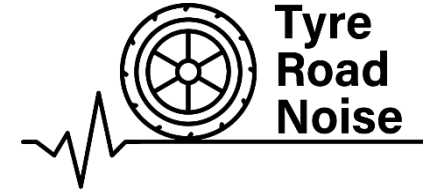
Achim Winandi (KIT), Frank Gauterin (KIT)



Foto: Markus Breig, KIT

Motivation

Straßenverkehrslärm

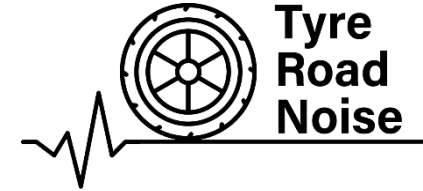


Repräsentative Umfrage von 2020: Verkehrslärm als störendste Lärmquelle genannt (76 % fühlen sich mindestens etwas gestört oder belästigt) ¹

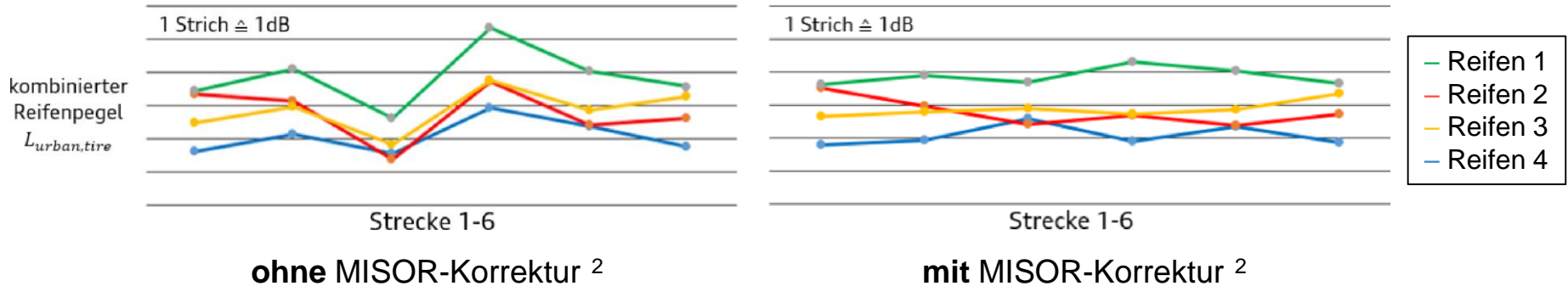
¹ BMUV & Umweltbundesamt. 2022. Umweltbewusstsein in Deutschland 2020 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage | Bildquelle: KI-generiert

Motivation

Erkenntnisse aus MISOR-Projekt



kombinierter Reifenpegel verschiedener Testreifen über sechs Messstrecken

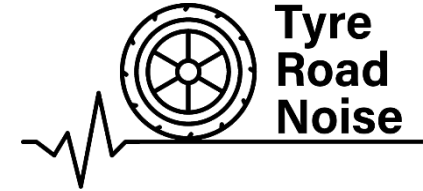


„Durch die MISOR-Korrektur kann der Streckeneinfluss reduziert, jedoch nicht vollständig eliminiert werden.“ ²

² Jannis Klaus & Friedemann Vogel. 2023. MISOR – ein Ansatz zur exakten Beschreibung des Reifen-Fahrbahngeräuschs. DAGA 2023

Projekt TyreRoadNoise

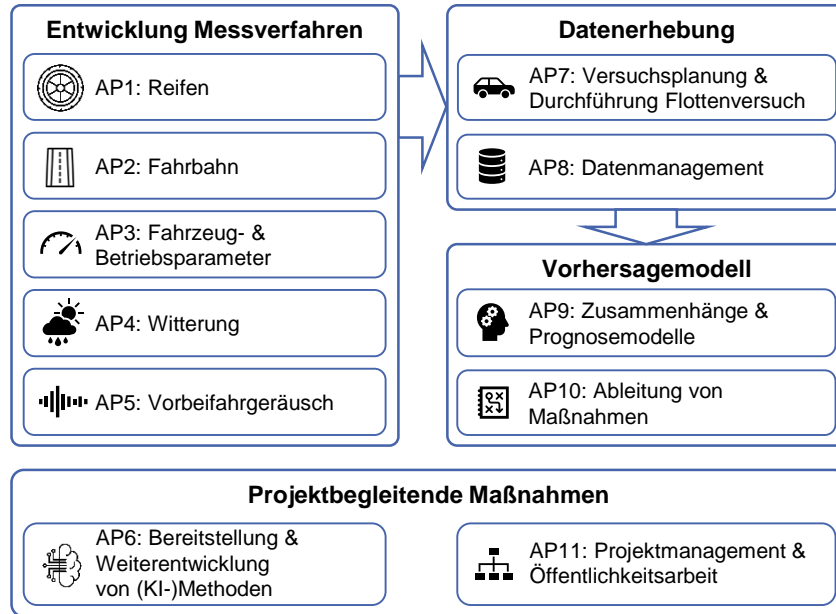
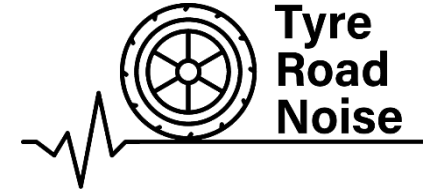
Forschungsfragen



1. Wie und bei welcher **Genauigkeit** können **Vorbeifahrgeräusch** und **Einflussgrößen** möglichst einfach im normalen Verkehr **geschätzt** werden?
2. Wie werden **Schätzwerte verbessert durch Fusion** unterschiedlicher Parameter, Wiederholungsfahrten oder Daten von unterschiedlichen Fahrzeugen?
3. Welche **Zusammenhänge** zwischen geschätzten **Einflussgrößen** und geschätztem **Vorbeifahrgeräusch** sind mit welcher **Genauigkeit** erkennbar?
4. Wie und mit welcher Genauigkeit kann das **Vorbeifahrgeräusch auf Basis einer Referenzmessung vorhergesagt** werden (bspw. für andere Fahrbahn oder andere Betriebsbedingung)?
5. Welches **Vorbeifahrgeräusch** tritt unter **verkehrsrelevanten Realbedingungen** mit aktuellen Serienreifen auf? Bedeutung der **Einflussgrößen? Maßnahmen** zur Geräuschreduzierung?

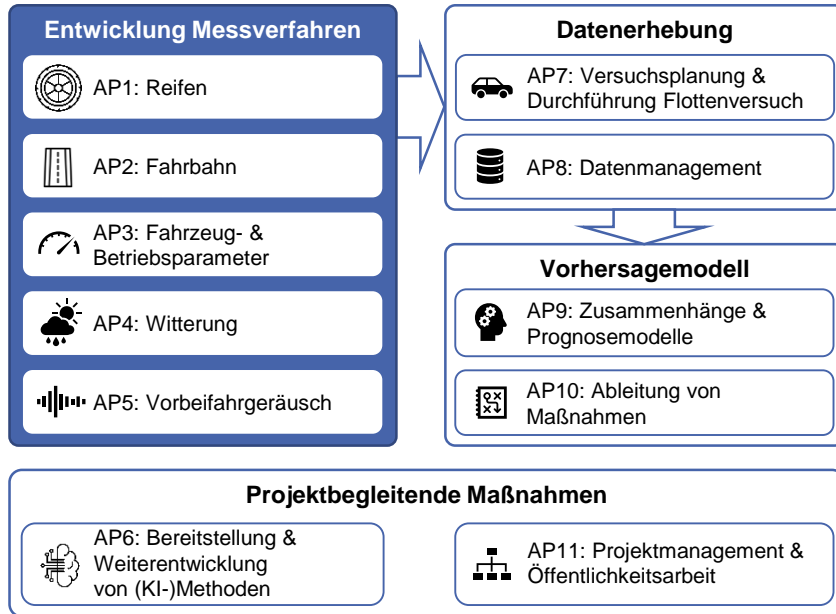
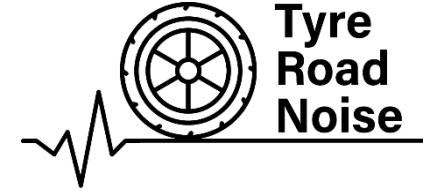
Projekt TyreRoadNoise

Übersicht Arbeitspakete



Projekt TyreRoadNoise

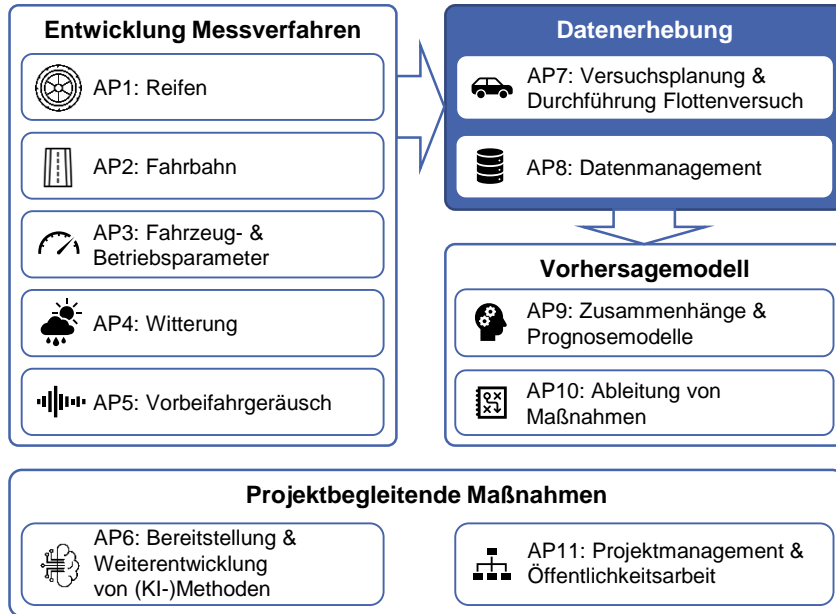
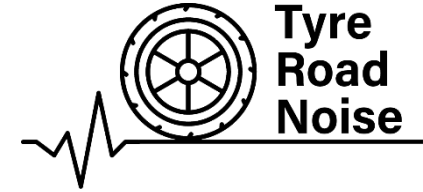
Entwicklung Messverfahren



- Entwicklung von Schätzverfahren zur Messung im fließenden Verkehr
 - Vorbeifahrgeräusch
 - Einflussgrößen auf Vorbeifahrgeräusch
- Erhebung von Ground Truth Daten zur Validierung

Projekt TyreRoadNoise

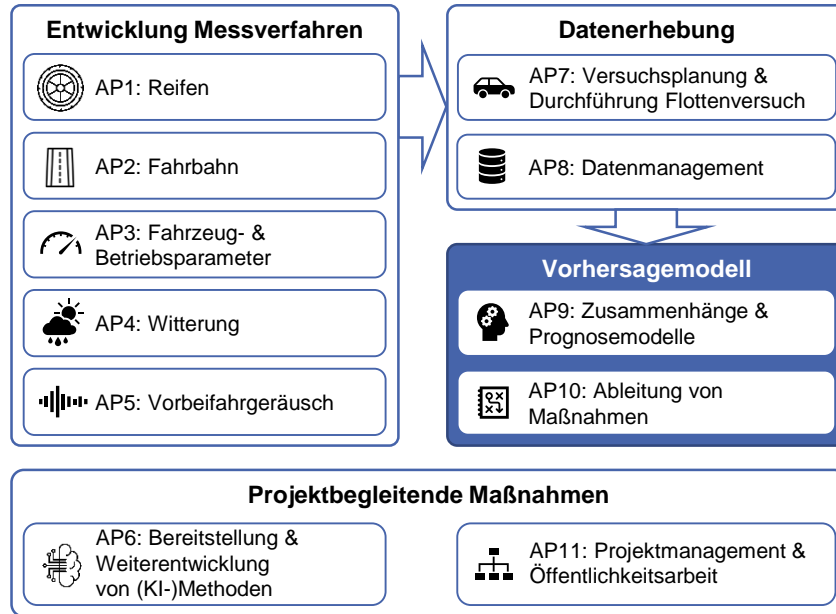
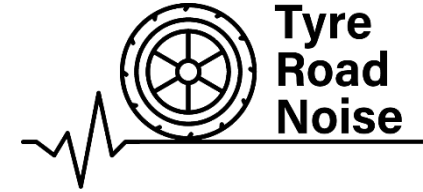
Datenerhebung



- Erhebung umfangreicher Messdaten im Flottenversuch
- Messungen in 2 Messzeiträumen (Sommer) geplant
- Architektur zur Datenspeicherung (Anfängliche Schätzung des Datenvolumens: ca. 24 TB)

Projekt TyreRoadNoise

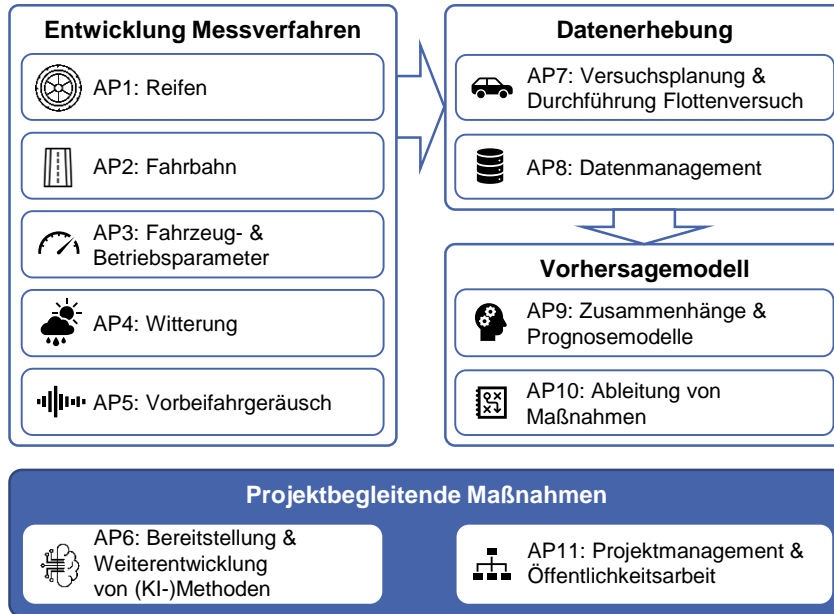
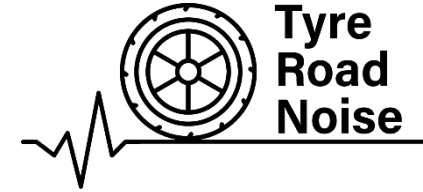
Vorhersagemodell



- Aufbau von
 - physikalischen,
 - datenbasierten und
 - kombinierten Modellen
- Identifikation wichtiger Einflussgrößen auf das Vorbeifahrgeräusch
- Verbesserte Streckenkorrektur
- Geräuschminderungsmaßnahmen und Handlungsempfehlungen

Projekt TyreRoadNoise

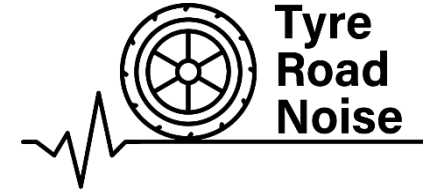
Projektbegleitende Maßnahmen



- Bereitstellung von KI-Methoden (Convolutional Neural Network, Recurrent Neural Network, Support Vector Regression, ...)
- Unterstützung der Zusammenarbeit (Gitlab, bwSyncAndShare/Nextcloud, ...)
- Publikation der Daten, Modelle & Ergebnisse, Veranstalten von Workshops, ...

Projekt TyreRoadNoise

Geplanter Messumfang



3 Fahrzeuge

- Audi Q8 eTron
- Porsche Taycan
- VW ID.4



15 Fahrbahnen

- 3 x ISO
- 1 x AC (Asphaltbeton)
- 5 x SMA (Splittmastixasphalt)
- 2 x DSH-V (Dünne Schicht im Heißeinbau auf Versiegelung)
- 2 x PA (offenporige Asphaltbeläge)
- 1 x WB (Waschbeton)
- 1 x SMA LA (lärmarm)

12 Reifen

- Geometrie
- Aufbau
- Material
- Profilgestaltung



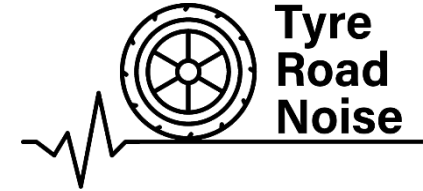
Betriebsbedingungen

- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Fülldruck
- Achslast
- Temperatur (Luft, Reifen, Fahrbahn)

Bildquelle: KI-generiert

Projekt TyreRoadNoise

Reifen

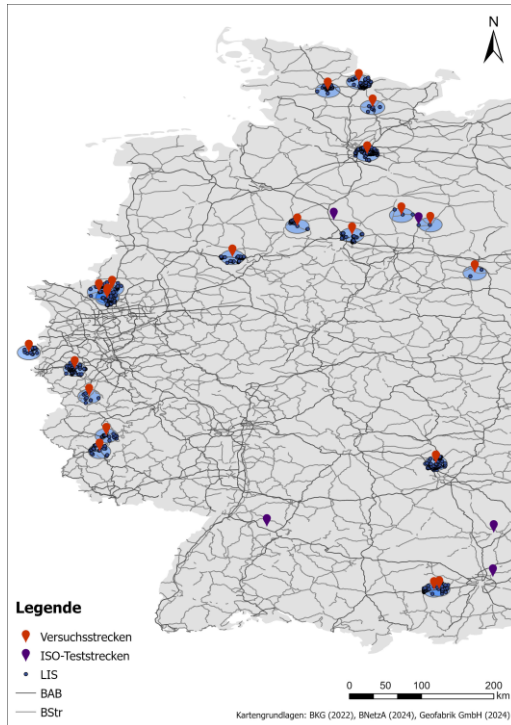
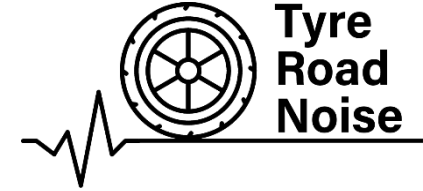


- Auswahl unterschiedlicher Reifentypen (Sommer, Winter, UHP)
- Vermessung der Reifen
 - Shore-Härte
 - Profilgeometrie
 - Profiltiefe
 - Radiale Steifigkeit
 - Freie Oberflächenenergie
 - Rollwiderstand
 - Nassbremsen
 - ...

Bildquelle: FlenderFunways auf pixabay.com, <https://pixabay.com/de/photos/reifen-tires-autoreifen-auto-kfz-2954603/>

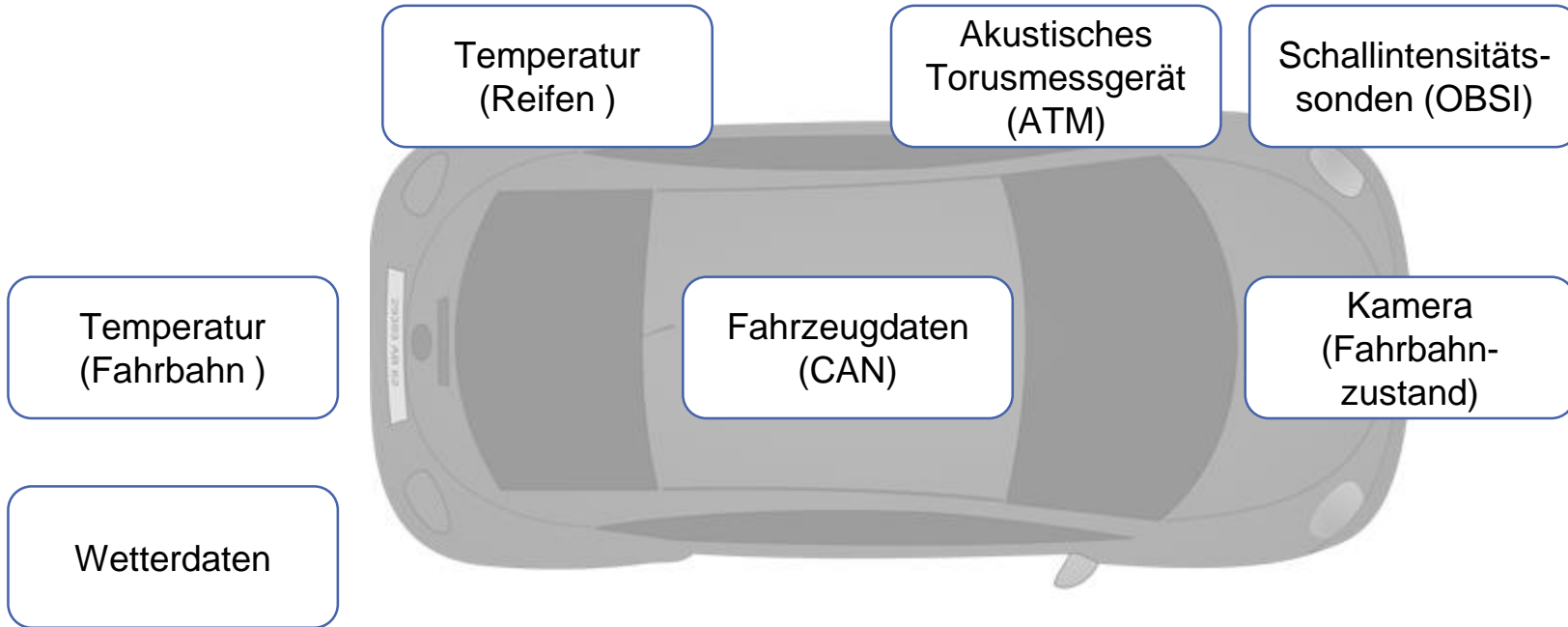
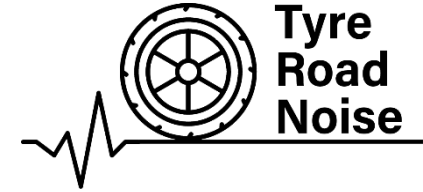
Projekt TyreRoadNoise

Erste Auswahl der Messstrecken



- ISO-Fahrbahnen und reale Fahrbahnoberflächen
- Vermessung der Fahrbahnen
 - Griffigkeit (SKM und SRT)
 - Absorptionsgrad
 - Textur
 - Freie Oberflächenenergie
 - ...
- Suche nach geeigneten Messstrecken läuft aktuell

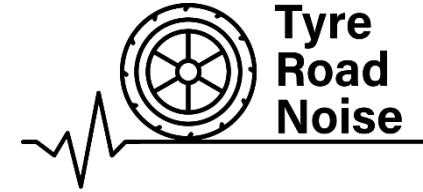
Bildquelle: Nora Braun (RWTH-ISAC). 2024. Projekt TyreRoadNoise



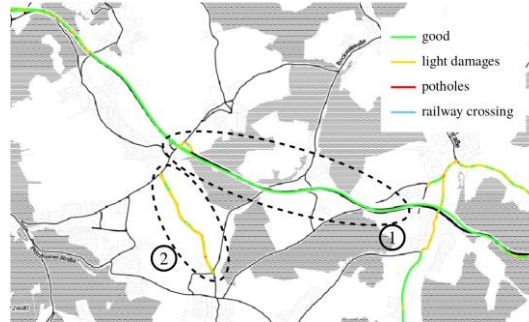
Bildquelle: OpenClipart-Vectors auf pixabay.com, <https://pixabay.com/vectors/car-vehicle-red-racing-game-145008/> (Farbe durch Nachbearbeitung entfernt)

Projekt TyreRoadNoise

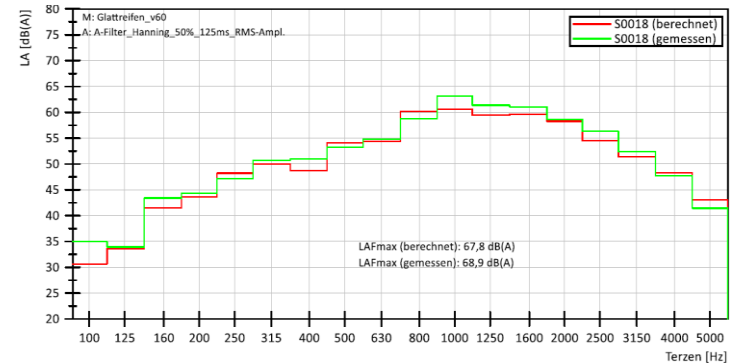
Akustische Torus-Messmethode (ATM)



Eigenentwickeltes ATM-Gerät ³



Klassifizierung Fahrbahnzustand mit ATM-Schätzung ³



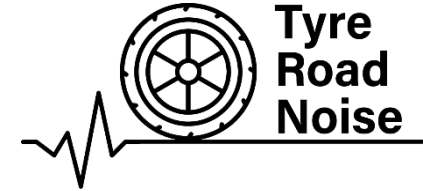
Vergleich Vorbeifahrgeräusch ATM-Schätzung mit Vorbeifahrgeräusch-Messung (freirollend) ⁴

Erweiterung Schätzung mithilfe ATM auf weitere Fahrbahnparameter und beschleunigtes Vorbeifahrgeräusch möglich?

³ Johannes Masino. 2020. Road Condition Estimation with Data Mining Methods using Vehicle Based Sensors. licensed under CC BY-SA 4.0
⁴ Oliver Krauss. 2013. Abschlussbericht zum Projekt Akustische Torusmessmethode

Projekt TyreRoadNoise

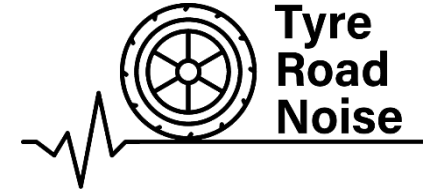
Open Data Strategie



- Veröffentlichung der **Daten**
 - Nach FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)
 - Mögliche Plattformen: Mobilthek, FIDmove, RADAR4KIT, Zenodo, ...
- Veröffentlichung der **Datenverarbeitung**
 - Als Open Source
 - Mögliche Plattformen: Gitlab/GitHub, Softwarejournals, ...
- Veröffentlichung der **Modelle**
 - Als Open Source
 - Mögliche Plattformen: Gitlab/Github, Huggingface, Kaggle, ...

Projekt TyreRoadNoise

Eckdaten



○ **Projektpartner**

- Audi AG
- BMW AG
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- Continental AG
- EYYES Deutschland GmbH
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Porsche AG
- RA Consulting GmbH (RAC)
- RWTH Aachen
- Volkswagen AG

○ **Laufzeit**

- 01.10.2023 – 30.9.2026

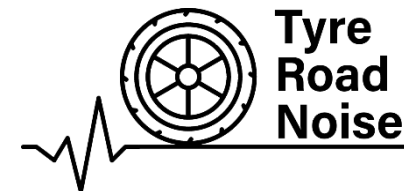
○ **Volumen**

- Gesamtprojekt: 3,7 Mio. Euro, Fördermittel des BMDV: 3 Mio. Euro

○ **Assoziierte Projektpartner**

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (Bay. LfU)
- Deutscher Städtetag
- Die Autobahn GmbH des Bundes
- IPG Automotive GmbH
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)
- LÄRMKONTOR GmbH
- Mercedes-Benz AG
- Müller-BBM
- PTV Planung Transport Verkehr GmbH
- Stadt Karlsruhe
- SWARCO Road Marking Systems
- twms consulting | tire.wheel.mobility solutions

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



© KIT – Amadeus Bramsiepe



Kontakt:

achim.winandi@kit.edu

projekt-tyre-road-noise.de

Förderhinweis: Das Projekt TyreRoadNoise hat ein Gesamtvolumen von 3,7 Mio. Euro und wird im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND mit 3 Mio. Euro durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert.

Über das Förderprogramm mFUND des BMDV: Im Rahmen des Förderprogramms mFUND unterstützt das BMDV seit 2016 Forschungs- und Entwicklungsprojekte rund um datenbasierte digitale Innovationen für die Mobilität 4.0. Die Projektförderung wird ergänzt durch eine aktive fachliche Vernetzung zwischen Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Forschung und die Bereitstellung von offenen Daten auf der Mobilithek. Weitere Informationen finden Sie unter www.mfund.de.