

Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim



Eisenbahn-Bundesamt

Forschung zu Bahnlärm am DZSF: Fahrzeugseitige Messung der Schienenrauheit

**Verkehrswissenschaftliches Kolloquium Wildau
21. Mai 2025
Jenny Böhm**

Das DZSF

Kurze Übersicht zur Bahnakustik

Projekt: Fahrzeugseitige Messung der Schienenrauheit

Weitere Forschungsaktivitäten im Bereich Bahnlärm

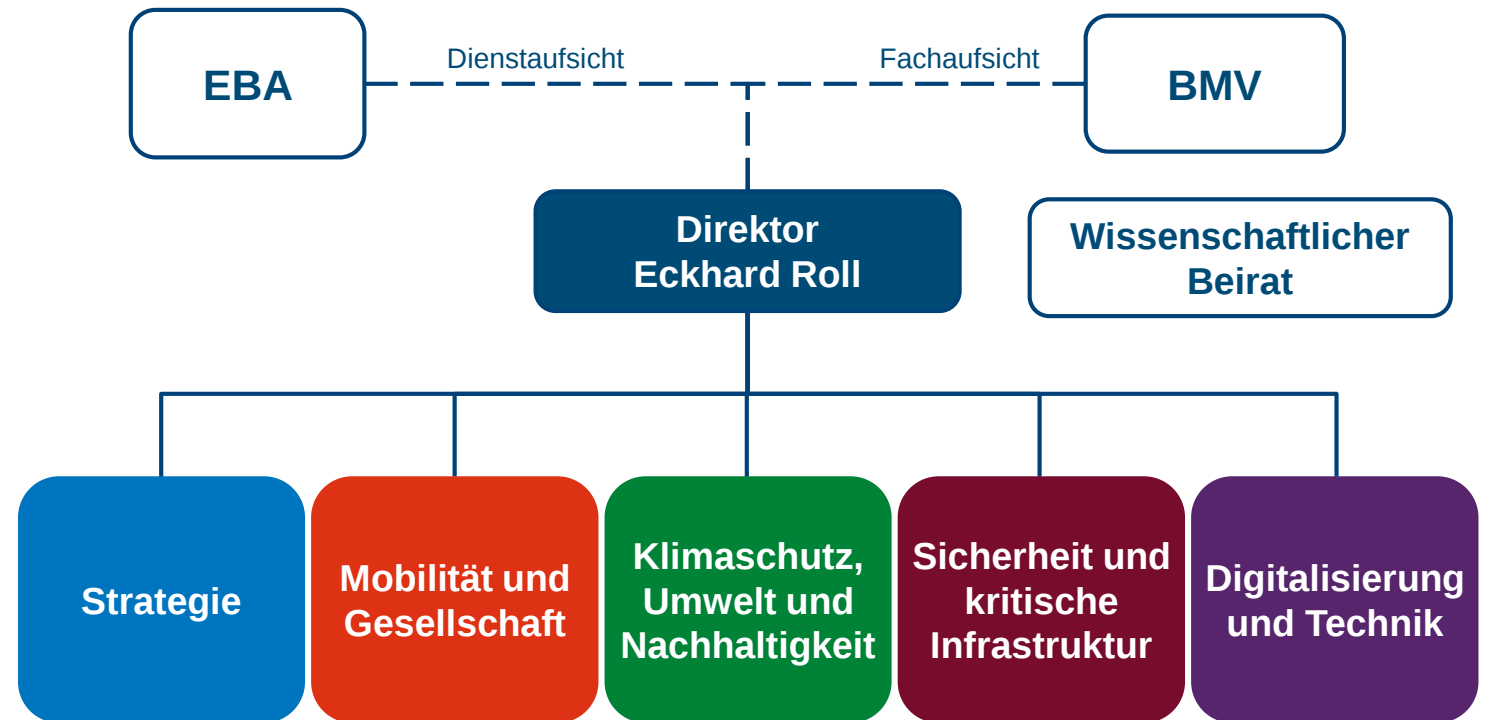
Fazit

Aufbau und Aufgaben des DZSF

- Ressortforschungseinrichtung beim BMV
- Eröffnung: 2019
- Ziel: Stärkung des Schienenverkehrs und Verlagerung von Verkehr auf die Schiene durch anwendungsorientierte Forschung

Aufgaben:

- Erforschung und Bearbeitung schienenverkehrsbezogener Fragestellungen der Bundesregierung
- Unterstützung bei der Vorbereitung politischer Entscheidungen
- Aufbereitung von Ergebnissen & Wissenstransfer



Unsere Instrumente der Forschung

#lösungsorientiert
#interdisziplinär
#praxisnah
#vernetzt
#neutral



Auftrags- forschung

Vergabe durch DZSF



Förder- programme

Bewilligungsbehörde
im Auftrag des BMV



Antrags- forschung

Beteiligung des DZSF
an Forschungskonsortien



Inhouse- Forschung

eigene Ressourcen



<https://pro-rheintal.de/bahnlaerm.html>

WHO: Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018

Lärm ist eines der Hauptumweltrisiken für die Gesundheit:

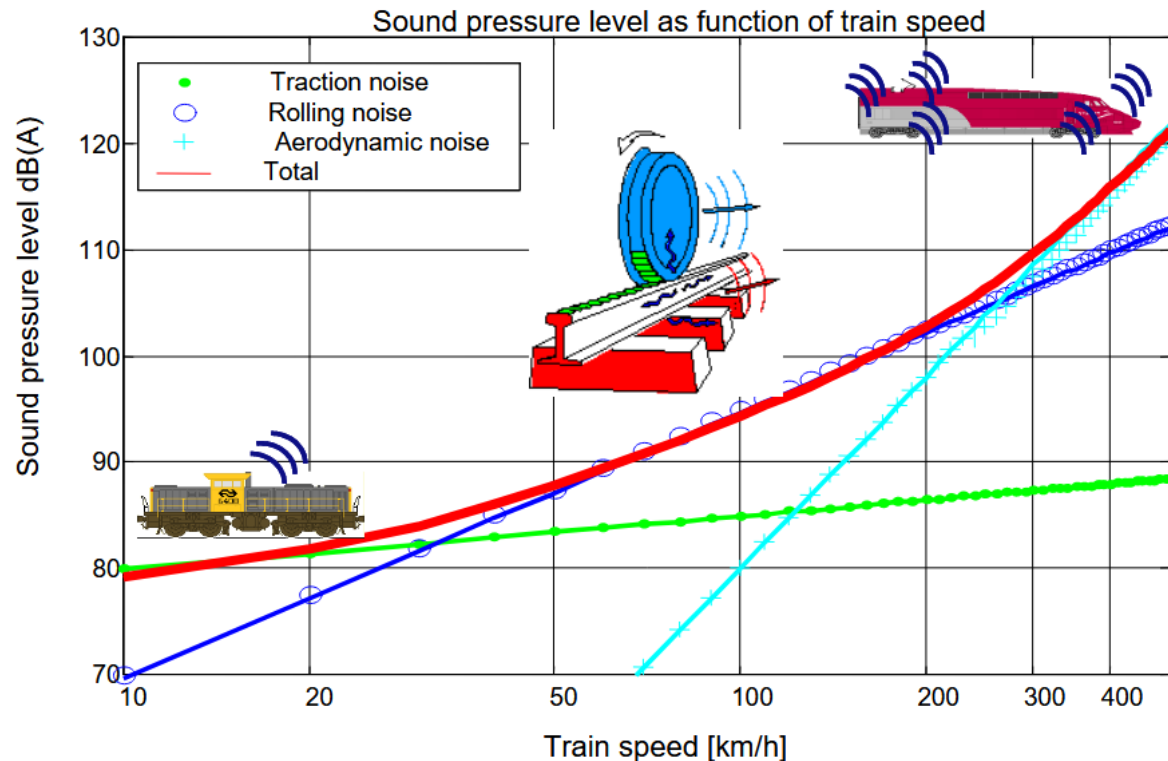
- Langzeitbelästigung (Annoyance)
- kognitive Beeinträchtigungen
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- Schlafstörungen



Forschungsthemen

- Schienenverkehrslärm & Minderungsmaßnahmen
- Lärm von Sonderanlagen (Rangierbahnhöfe, Abstellanlagen)
- Erschütterungen
- Baulärm

Bahnakustik – Zusammensetzung des Vorbeifahrgeräuschs von Schienenfahrzeugen



Quelle: EC, Position Paper on the European strategies and priorities for railway noise abatement, Working Group Railway Noise (2003)

Aggregatgeräusche

- wenig abhängig von Geschwindigkeit
- dominant bei Stillstand des Fahrzeugs

Traktionsgeräusche

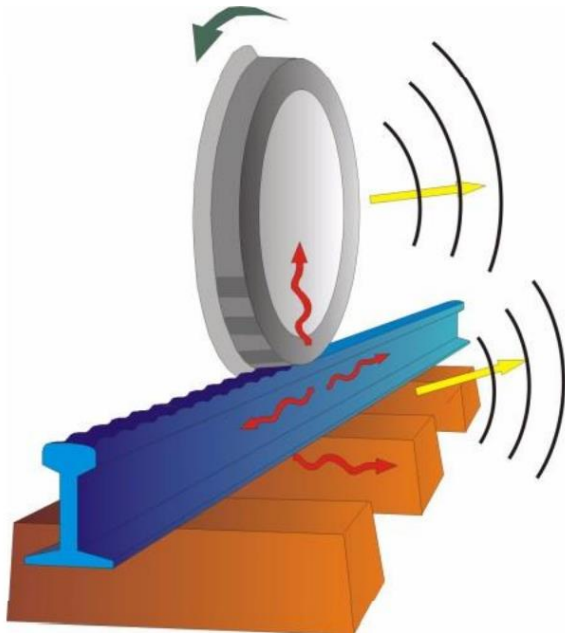
- wenig abhängig von Geschwindigkeit
- dominant bei geringen Geschwindigkeiten

Rollgeräusch

- Anstieg mit $\sim v^3$
- dominant in einem großen Geschwindigkeitsbereich

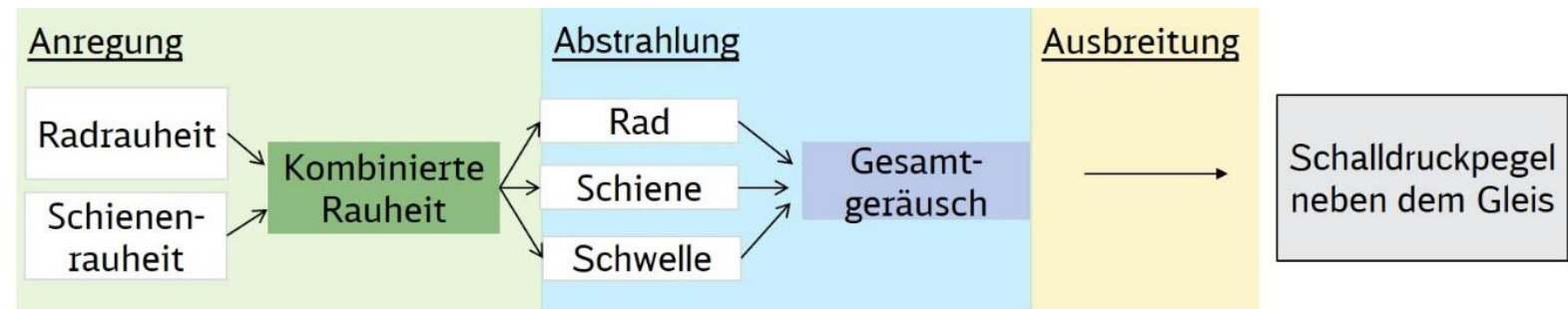
Aerodynamische Geräusche

- Anstieg mit $\sim v^6$
- erst bei sehr hohen Geschwindigkeiten relevant



Quelle: TNO, Track-Wheel Interaction Noise Software

- Die kleinen Unebenheiten auf Rad und Schiene regen Rad, Schiene und Schwellen zu Schwingungen an.
- Schwingungen werden als Luftschall abgestrahlt.
- Länge der Kontaktfläche: 10 – 15 mm
- Akustische Rauheit r : Variation der Fahrfläche in ihrer Höhe
- Amplitude $r_{\text{RMS}} = 0,1 - 15 \mu\text{m}$, Wellenlänge ca. 0,3 – 40 cm



Quelle: DZSF, Forschungsbericht 17 (2022): Akustische Anerkennung neuer Bremssohlen

Eigenforschung & Forschungskooperation: On-board data based acoustic railway track management



- Kooperationsprojekt mit dem Korea Railroad Research Institute (KRRI)
- Dauer: 36 Monate, Start 01/2023

Forschungsziele:

- Aufbau eines fahrzeugseitigen Messsystems zur Überwachung der akustischen Schienenrauheit
- Einsatzmöglichkeiten für Bestandsaufnahme der Rauheit und Erforschung der Rauheitsentwicklung
- Einsatzmöglichkeiten für Überwachung der Gleisqualität für Versuche im LärmLab des DZSF

Direkte Messung der Schienenrauheit

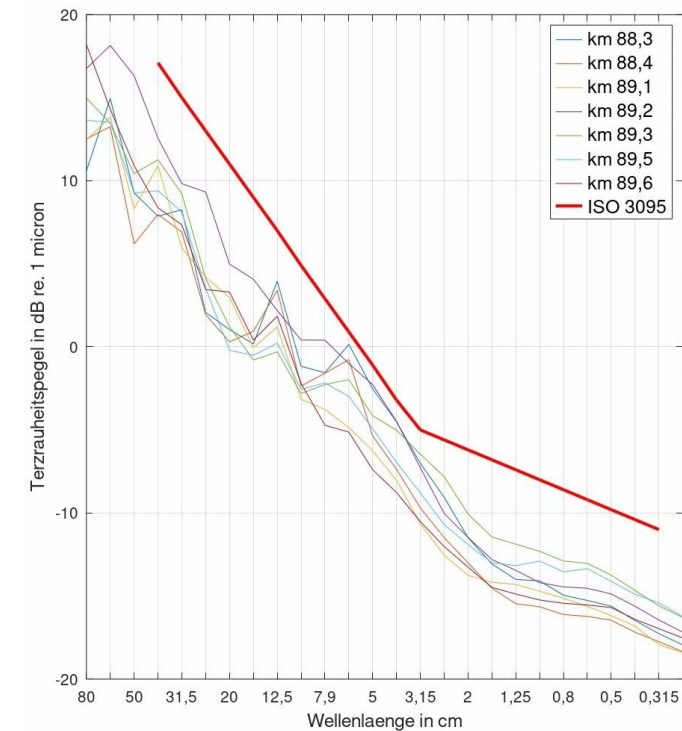


Schienenrauheitsmessgerät im Einsatz



Schienenfahrfläche

[Quelle: Oppel, M.: Alstom Prüfbericht Messung akustische Gleiseigenschaften Walddrehna für das DZSF, 2023]



Rauheitsspektrum

Prinzip

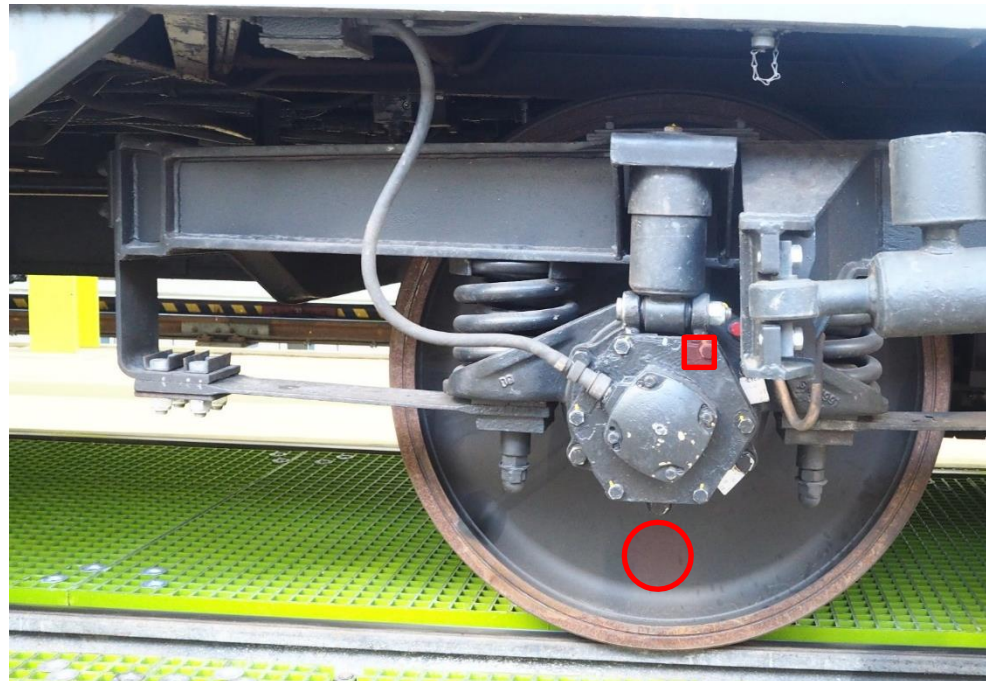
- Messung einer Wirkung, für die die Schienenrauheit hauptursächlich ist, z. B. Schwingung des Radsatzlager-Gehäuses, Schalldruckpegel am Rad (Voraussetzung: Radrauheit ist gering)
- Bestimmung des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung, d. h. der geschwindigkeitsabhängigen Übertragungsfunktion von Rauheitsanregung zu Sensorsignal („Kalibrierung“ der Messung durch Fahrt über Streckenabschnitt mit bekannter Schienenrauheit)
- Bestimmung der Schienenrauheit aus den Messsignalen und der Übertragungsfunktion

Forschungsfragen

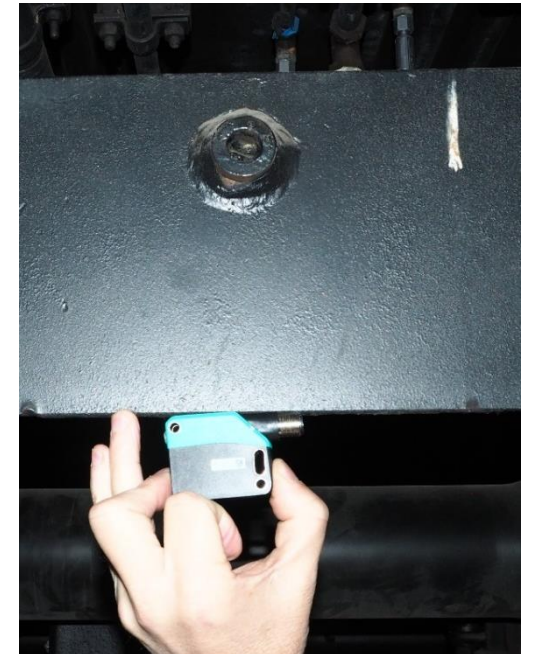
- Reproduzierbarkeit der Messung
- Wie sehr hängt die Übertragungsfunktion vom Typ des Oberbaus ab?

Ausrüstung des DZSF-Erprobungsträgers

- Mikrofone am Rad
 - Beschleunigungssensoren am Radsatzlager
 - Messung der Geschwindigkeit
 - Lichtschranke & Kameras
-
- Erster Probeaufbau erfolgt
Anfang Juni 2025.



Bildquelle: DZSF



Untersuchte Oberbauarten (Planung)

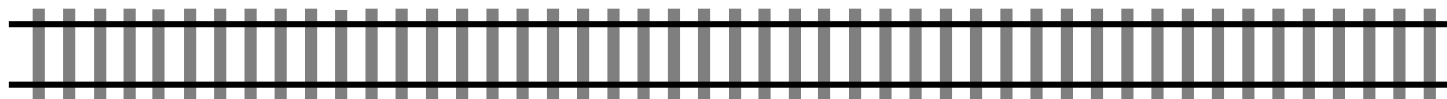
- feste Fahrbahn
- Schotteroberbau
 - UIC 60, weiche Zwischenlage
 - UIC 60, harte Zwischenlage
 - S 54, harte Zwischenlage



Bildquelle: DZSF

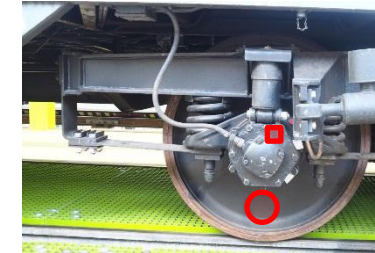
Validierungsabschnitt
mit bekannter Rauheit

Kalibrierungsabschnitt
mit bekannter Rauheit



fahrzeugseitig:

- ✓ Beschaffung eines Messfahrzeugs
- ✓ Ausrüstung des Messfahrzeugs mit Messtechnik
- ✓ Zusammenstellung des Messzuges (Pufferwagen)
- ✓ Bestellung der Messfahrten
- ✓ Messung der Radrauheit



infrastrukturseitig:

- ✓ Auswahl von Teststrecken
- ✓ Messung der Schienenrauheit und Gleisabklingrate
- ✓ Markierung der Testabschnitte



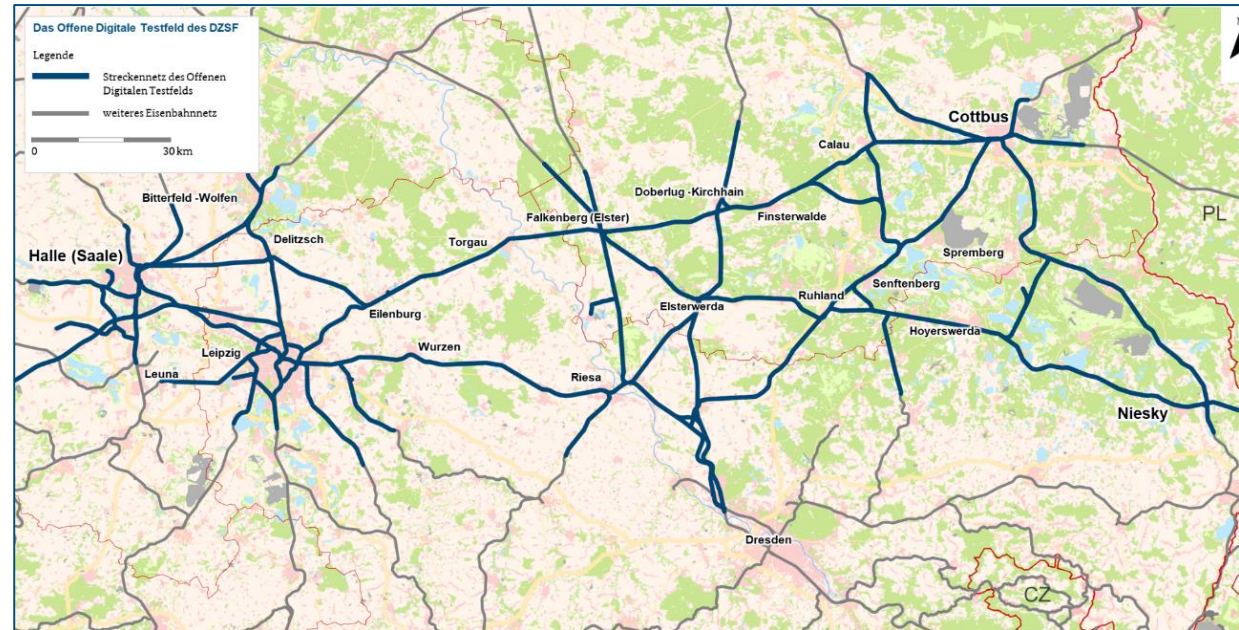
Bildquellen: DZSF

➤ Durchführung der Testfahrten, Überwachung der Messtechnik und Auswertung der Ergebnisse

Aufbau Forschungsinfrastruktur – das LärmLab im Offenen Digitalen Testfeld (ODT) des DZSF



Quelle: DZSF



Quelle: DZSF, EU Copernicus Land Monitoring Service 2018, EEA Corine Land Cover (CLC), DB, HOTOSM Poland, CD Railways (OSM Export)

Ziele des ODT

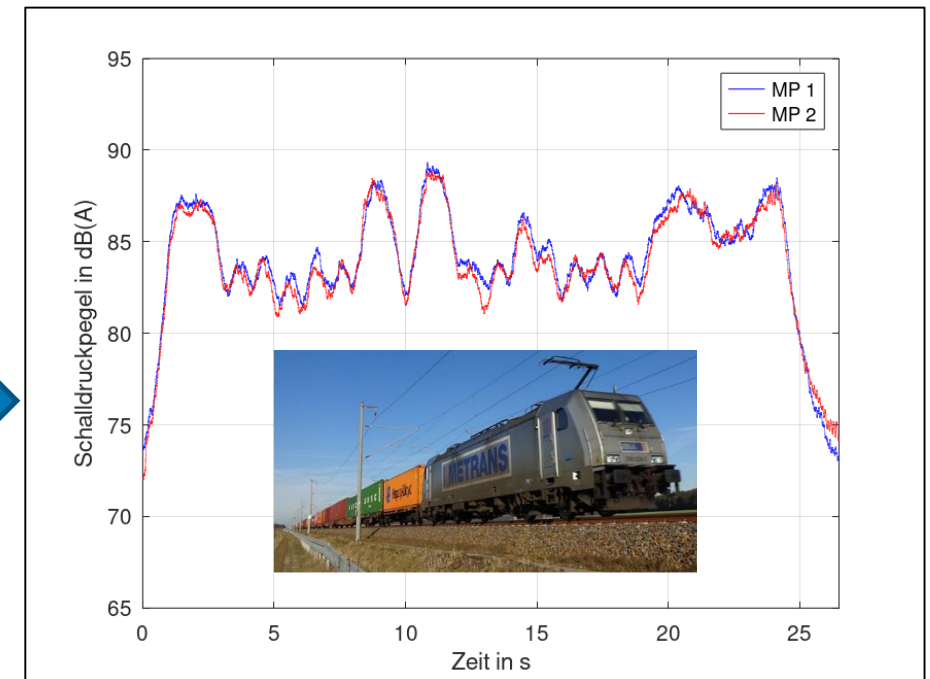
- offener und vereinfachter Zugang für bestehende und neue Akteure im Bereich des Schienenverkehrs
- Erprobung unter Realbedingungen
- neutrale Plattform zur Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft

LärmLab

- dauerhaftes Versuchsfeld zur Untersuchung von Schall- und Erschütterungsschutzmaßnahmen
- Aufbau von Forschungsinfrastruktur
- Teststrecken

Aufbau Forschungsinfrastruktur – Messungen zur Prüfung von Teststrecken

- Prüfen der Umgebungsbedingungen - Begehung
- Messung Vorbeifahrtgeräusch an mehreren Abschnitten



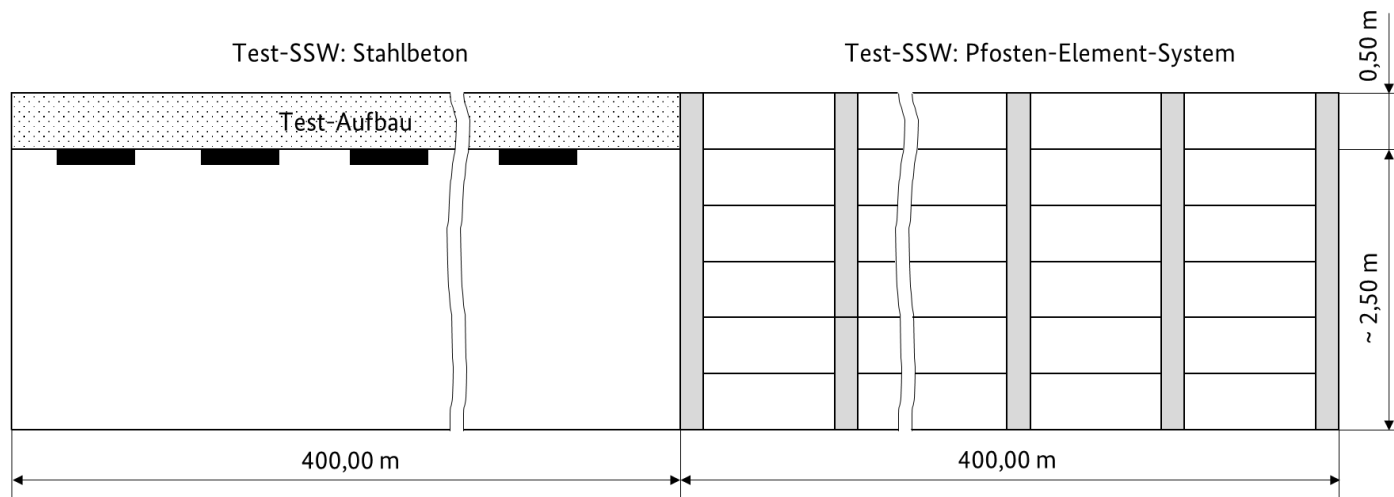
Quelle: DZSF

Pegel-Zeitverlauf eines Güterzugs an zwei Messplätzen (MP)

Aufbau Forschungsinfrastruktur - Erprobungs-Schallschutzwand für Innovationen im Lärmschutz

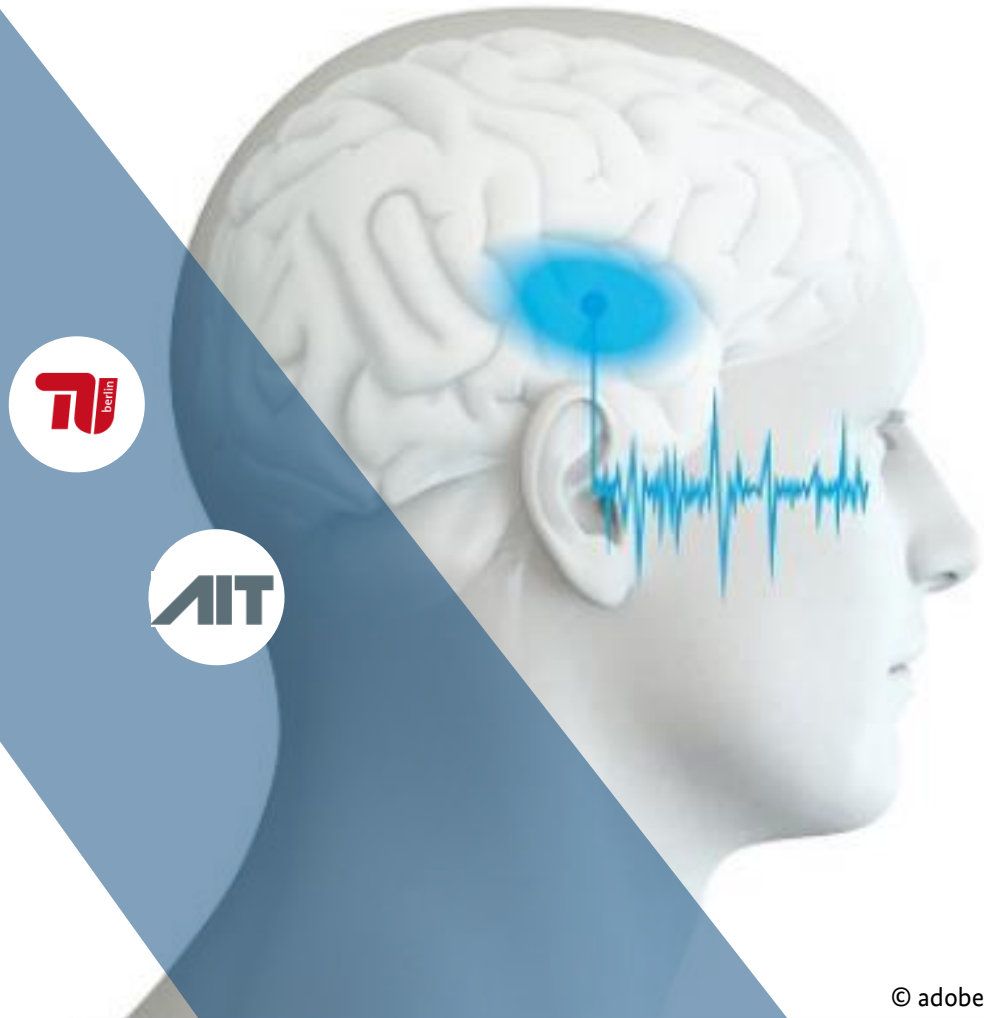
- zwei Abschnitte in unterschiedlicher Bauweise: Pfosten-Element und Stahlbeton
- dienen jeweils als Test- und Referenzwand
- Testergebnis: Einfügungsdämpfung des untersuchten Aufbaus aus Rechts-Links- und Vorher-Nachher-Vergleich

schematische Ansicht der Erprobungs-SSW



Quelle: DZSF

Projekte am DZSF – Auftragsforschung zu wahrnehmungsgerechterer Bewertung von Schallschutzmaßnahmen



Forschungsziele:

Erarbeitung von Methoden zur:

- Bewertung der Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen an der Schiene hinsichtlich der Änderung der wahrgenommenen akustischen Lästigkeit
- zusätzlichen Ermittlung des Einflusses gestalterischer Aspekte
- Quantifizierung des psychoakustischen Nutzens der untersuchten Maßnahme

Dauer: 24 Monate, Start: 08/2024

Auftragnehmer: TU Berlin, Austrian Institute of Technology

Projekte am DZSF – Auftragsforschung zu Abstellgeräuschen



Quelle: Bruno - Pixabay

Forschungsziele:

- Input für die Grenzwertdiskussion im Rahmen der derzeitigen Aktualisierung der TSI Noise
- Erarbeitung eines Verfahrens für die Erhebung von Eingangsdaten für die Immissionsprognose
- Messung einer repräsentativen Auswahl von Fahrzeugen und Erstellung von Datenblättern für die Immissionsprognose
- Stand der Technik der Geräuschemission abgestellter Fahrzeuge

Dauer: 24 Monate, Start: 01/2025

Auftragnehmer: DB Systemtechnik

- Minderung von Bahnlärm ist wichtig für die Akzeptanz von Schienenverkehr.
- Themengebiet ist sehr vielfältig und interdisziplinär.
- Minderung muss bei dominanter Quelle ansetzen.
- Zusammenspiel von Fahrzeug und Fahrweg ist entscheidend.
- Anregung des Rollgeräuschs erfolgt durch kombinierte Rauheit von Rad und Schiene.
- Fahrzeugseitige Bestimmung der Schienenrauheit erlaubt eine großflächigere Messung, ohne den Gefahrenbereich betreten zu müssen.





Dresden | Bonn

Kontakt

Dr. Jenny Böhm - Fachbereich 83
Klimaschutz, Umwelt und Nachhaltigkeit

BoehmJ@dzsf.bund.de

+49 (0)351 47931 - 0

forschung@dzsf.bund.de

www.dzsf.bund.de